

DIRECTION DES RESSOURCES VIVANTES

BILAN DES PERTURBATIONS

PHYTOPLANCTONIQUES OBSERVEES

SUR LES COTES FRANCAISES EN 1986

par

Catherine BELIN

IFREMER - CSRU - NANTES

Jean-Paul BERTHOME

IFREMER - CSRU - NANTES



IFREMER
 Centre de NANTES
 BP 1049
 44037 NANTES CEDEX 01
 Tél. : 40.37.40.00

AUTEUR (S) : BELIN (C.) et BERTHOME (J.P.)		CODE : N° DRV-88,008/CSRU/NANTES
TITRE Bilan des perturbations phytoplanctoniques observées sur les côtes françaises en 1986. Inventory of phytoplanktonic perturbations along french coasts in 1986.		date : 10 mai 88 tirage nb : 250 Nb pages : 87 Nb figures : 43 Nb photos :
CONTRAT (intitulé) N° _____		DIFFUSION libre <input checked="" type="checkbox"/> restreinte <input type="checkbox"/> confidentielle <input type="checkbox"/>

RÉSUMÉ

En 1986, on a observé 23 perturbations de type "eaux colorées", dues en grande partie à la présence de dinoflagellés. De nombreux développements de *Prorocentrum minimum* ont eu lieu, dont 2 ont été associés à des mortalités de coquillages. Par contre, des espèces soupçonnées d'être toxiques pour les cheptels, tels que *Gyrodinium aureolum* et *Gyrodinium spirale*, si elles ont été observées dans divers secteurs, n'ont pas causé de mortalité cette année.

Les développements de *Dinophysis* (cf. *acuminata* ou *sacculus*) ont conduit à des interdictions temporaires de commercialisation, particulièrement en Bretagne sud. Notons la présence d'une autre espèce dans un phénomène de toxicité : *Prorocentrum lima*. Les intoxications ont été assez nombreuses et les conséquences économiques assez importantes.

ABSTRACT

In 1986, 23 discolored waters were observed ; dinoflagellates often were the cause of them. Many developments of *Prorocentrum minimum* occurred ; two of them were associated with shellfishes mortalities. At contrary, other species which are suspected to be toxic for shellfishes, as *Gyrodinium aureolum* and *Gyrodinium spirale*, have not been associated with mortalities, although they have been observed in several areas. The developments of *Dinophysis* (cf. *acuminata* or *sacculus*) caused provisional prohibitions of shellfishes selling, especially in the south of Brittany. Another specie was also implicated in toxicities : *Prorocentrum lima*. Human intoxications and economic consequences were rather important

mots-clés : Phytoplancton, toxicité, surveillance, santé publique, mollusque.

key words : Phytoplankton, toxicity, survey, public health, mollusc.



BILAN DES PERTURBATIONS PHYTOPLANCTONIQUES
OBSERVEES SUR LES COTES FRANCAISES EN 1986

par

*BELIN (C.) **, *BERTHOME (J.P.) **

Ce document a fait appel aux données
acquises par les laboratoires CSRU côtiers

(*) IFREMER/DRV/CSRU - Bureau Central "Contrôle et Suivi du milieu" Nantes.

S O M M A I R E

INTRODUCTION	p. 2
1. LES PHENOMENES D'EAUX COLOREES	p. 9
1.1. Facteurs d'apparition des eaux colorées	p. 14
1.2. Importance des eaux colorées en 1986 et répartition géographique	p. 14
1.3. Importance relative des différents groupes et espèces phytoplanctoniques	p. 17
1.3.1. Répartition par grand groupe phytoplanctonique Eaux colorées sans conséquence	
1.3.2. Répartition détaillée Eaux colorées avec ou sans conséquences	
2. LES DEVELOPPEMENTS D'ESPECES ICHTYOTOXIQUES	p. 26
2.1. Gyrodinium aureolum	p. 28
2.2. Gyrodinium spirale	p. 33
2.3. Prorocentrum minimum	p. 33
2.4. Conclusion	p. 39
3. LES DEVELOPPEMENTS D'ESPECES TOXIQUES POUR L'HOMME	p. 41
3.1. Introduction	p. 42
3.1.1. Résultats acquis en 1986	
3.1.2. Méthodes de prélèvements et d'analyses utilisées	
3.1.3. Distribution de Dinophysis sur le littoral français	
3.1.4. Les différents développements d'espèces toxiques pour l'homme en 1986	
3.2. Normandie	p. 51
3.3. Baie de Douarnenez	p. 63
3.4. Bretagne sud (sauf baie de Douarnenez et baie de Vilaine)	p. 65
3.4.1. Finistère sud - Examen détaillé des résultats	
3.4.2. Morbihan (sauf baie de Vilaine) - Examen détaillé des résultats	
3.5. Baie de Vilaine - Pont Mahé - Le Croisic	p. 77
3.6. Autres zones	p. 82
3.7. Conclusion	p. 83
CONCLUSION.	p. 86

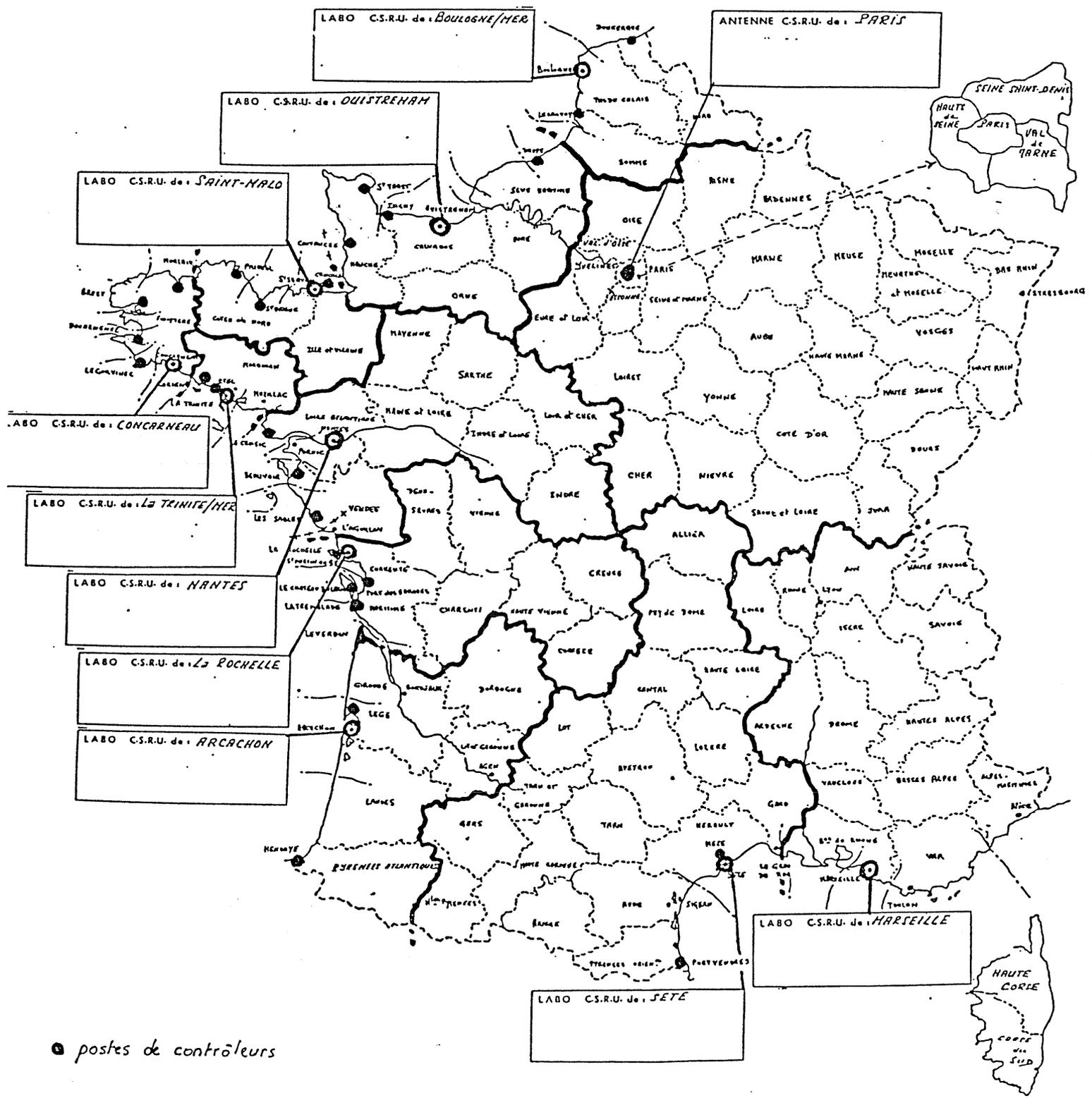


FIGURE 1 : IMPLANTATION DES LABORATOIRES CSRU

INTRODUCTION

La surveillance des perturbations d'origine phytoplanctonique est effectuée à l'aide d'un réseau "suivi phytoplancton" mis en place en 1984.

Ce réseau est constitué pour 1986 de 83 points de prélèvement répartis dans les différents laboratoires côtiers du département CSRU, qui sont en charge des observations et analyses (fig. 1).

Ces points de prélèvement sont récapitulés dans le tableau 1 et localisés sur la figure 2. Ils sont de 2 types :

* Les points de suivi

En 1986, on en dénombre 28. Ce sont des points régulièrement répartis sur tout le littoral et qui ont été jugés relativement représentatifs d'une zone.

Des prélèvements d'eau y sont effectués tout le long de l'année, selon une périodicité variable selon la saison : en moyenne une fois par mois d'octobre à avril, deux fois par mois de mai à septembre.

Sur ces échantillons d'eau, sont faites des analyses de type "liste floristique totale" (dénombrement systématique de toutes les espèces phytoplanctoniques).

* Les points d'alerte

Ce sont des points sur lesquels on n'effectue des prélèvements que s'il y a :

- présence d'une espèce réputée toxique sur un point de suivi proche,
- suspicion de toxicité (intoxications alimentaires pouvant être dues à l'ingestion de coquillages provenant du secteur en question).

Le système d'alerte est alors déclenché suivant un processus qui implique des relations étroites avec d'autres organismes (fig. 3).

TABLEAU 1

LISTE DES POINTS DE PRELEVEMENTS

DU RESEAU EN 1986

(dans un ordre géographique nord-sud)
(voir fig. 2)

LABORATOIRE CSRU	NOM DU POINT	TYPE DU POINT	CODE DU POINT SUR LA FIG. 1
BOULOGNE	St Valéry-sur-Somme.....	Suivi	B1
OUISTREHAM	Bois-de-Cise.....	Alerte	d1
	Pourville.....	Alerte	d2
	Etretat.....	Alerte	d3
	Antifer.....	Suivi	D4
	Le Havre.....	Alerte	d5
	Villerville.....	Alerte	d6
	Cabourg.....	Alerte	d7
	Ouistreham.....	Alerte	d8
	St Aubin.....	Suivi	D9
	Asnelles.....	Alerte	d10
	Grandcamp.....	Suivi	D11
	Ste Marie-du-Mont.....	Alerte	d12
	Ravenoville.....	Alerte	d13
	St Vaast-La Hougue.....	Alerte	d14
	Barfleur.....	Suivi	D15
	Agon.....	Suivi	D16
SAINT-MALO	Le Vivier.....	Suivi	F1
	St Cast - Arguenon.....	Alerte	f2
	Fresnaye.....	Alerte	f3
	Morieux.....	Alerte	f4
	Bréhat.....	Suivi	F5
	Lannion.....	Alerte	f6
CONCARNEAU	Pen Al Lann - Morlaix.....	Suivi	H1
	Aber Benoit.....	Alerte	h2
	Ste Anne de Portzic.....	Alerte	h3
	Tinduff - Elorn.....	Suivi	H4
	Morgat.....	Alerte	h5
	Kervel.....	Suivi	H6
	Sein.....	Alerte	h7
	Treguennec - Audierne.....	Alerte	h8
	Pointe de Men-Meur - Le Guilvinec	Alerte	h9
	Pont l'Abbé.....	Alerte	h10
	Ile aux Moutons - Glénans.....	Suivi	H11
	Penfoulic - Forêt Fouesnant	Alerte	h12
	Kerdruc - Aven.....	Alerte	h13

LA TRINITE	Groix nord.....	Alerte	j1
	Riantec.....	Alerte	j2
	Etel amont.....	Alerte	j3
	Port d'Etel.....	Suivi	J4
	Belle-Ile.....	Alerte	j5
	Men Er Roue.....	Suivi	J6
	Plouharnel.....	Alerte	j7
	Rivière de Crach.....	Alerte	j8
	Les Bouréseaux.....	Alerte	j9
	Créizic.....	Alerte	j10
	Pénerf.....	Alerte	j11
	Kervoyal.....	Alerte	j12
	Sécé.....	Alerte	j13
	Le Halguen.....	Alerte	j14
	Ouest Loscolo.....	Suivi	J15
	Le Maresclé.....	Alerte	j16
	Pointe du Bile.....	Alerte	j17
NANTES	Mesquer - Pen Bé.....	Suivi	L1
	Piriac.....	Alerte	l2
	Le Croisic.....	Suivi	L3
	La Plaine.....	Alerte	l4
	La Coupelasse.....	Suivi	L5
	Le Fain.....	Alerte	l6
	Gresseloup.....	Alerte	l7
	Aiguillon.....	Suivi	L8
LA ROCHELLE	Fosse de Loix.....	Alerte	n1
	Le Cornard - Baie d'Yves.....	Suivi	N2
	Les Palles.....	Alerte	n3
	Boyardville.....	Alerte	n4
	Le Chapus.....	Suivi	N5
	Ronce des Bains.....	Alerte	n6
	Royan.....	Alerte	n7
ARCACHON	Cirouasse.....	Alerte	p1
	Teychan.....	Suivi	P2
	Courbey.....	Alerte	p3
	Comprian.....	Alerte	p4
	Cap Ferret.....	Alerte	p5
SETE	Salses - Leucate.....	Suivi	R1
	Marseillan.....	Alerte	r2
	Bouzigues.....	Suivi	R3
MARSEILLE	Saintes Maries.....	Alerte	t1
	Carteau - Fos.....	Suivi	T2
	Berre.....	Alerte	t3
	Lazaret - Toulon.....	Suivi	T4
	Etang de Diana.....	Suivi	T5
	Etang d'Urbino.....	Suivi	T6
	Ajaccio.....	Alerte	t7

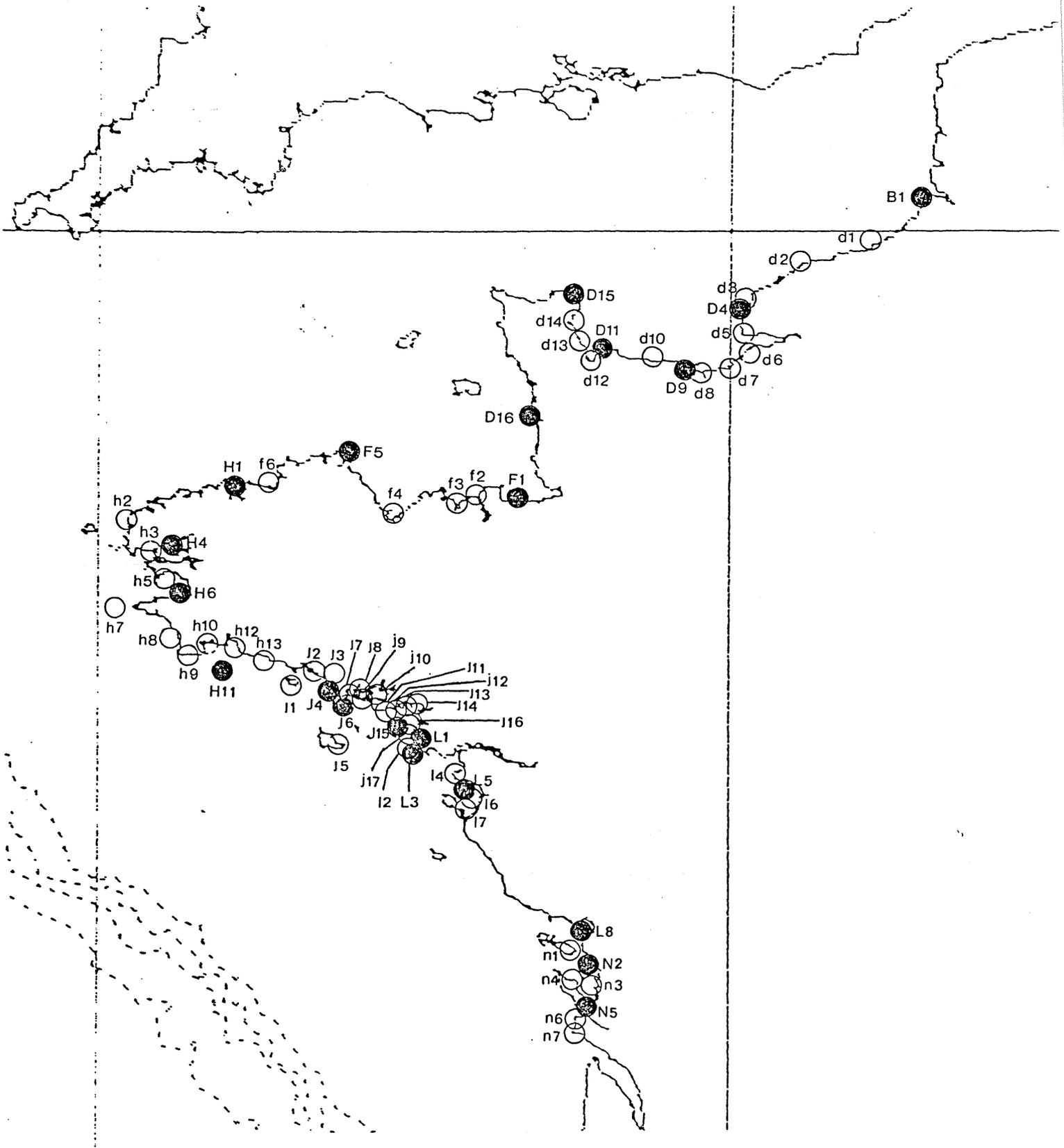


FIGURE 2 (début) : LE RESEAU DE SURVEILLANCE
PHYTOPLANCTONIQUE EN 1986

- Points de suivi
- Points d'alerte

(voir TABLEAU 1 pour l'intitulé des points)

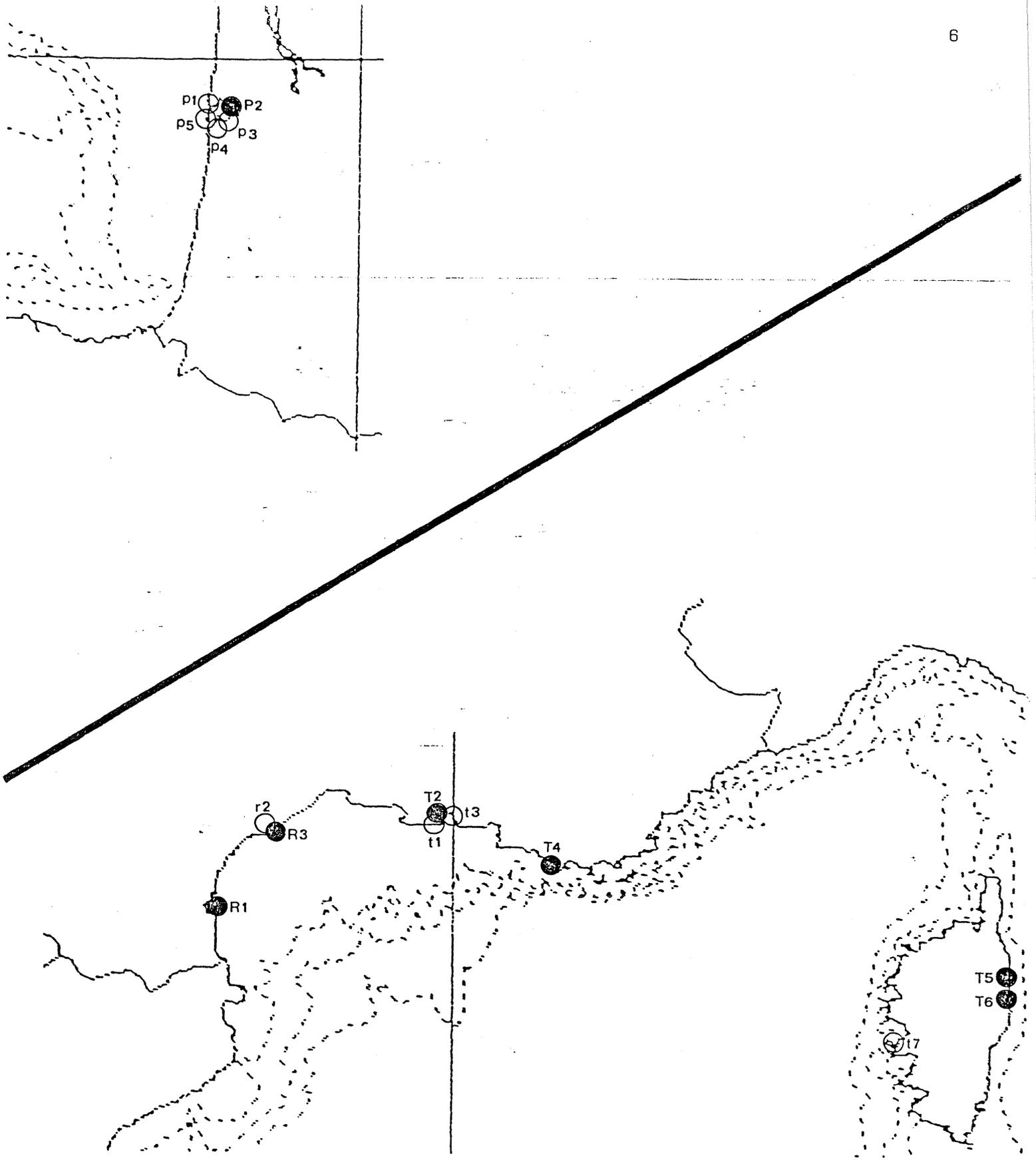


FIGURE 2 (fin) : LE RESEAU DE SURVEILLANCE PHYTOPLANCTONIQUE EN 1986

● Points de suivi

○ Points d'alerte

(voir TABLEAU 1 pour l'intitulé des points)

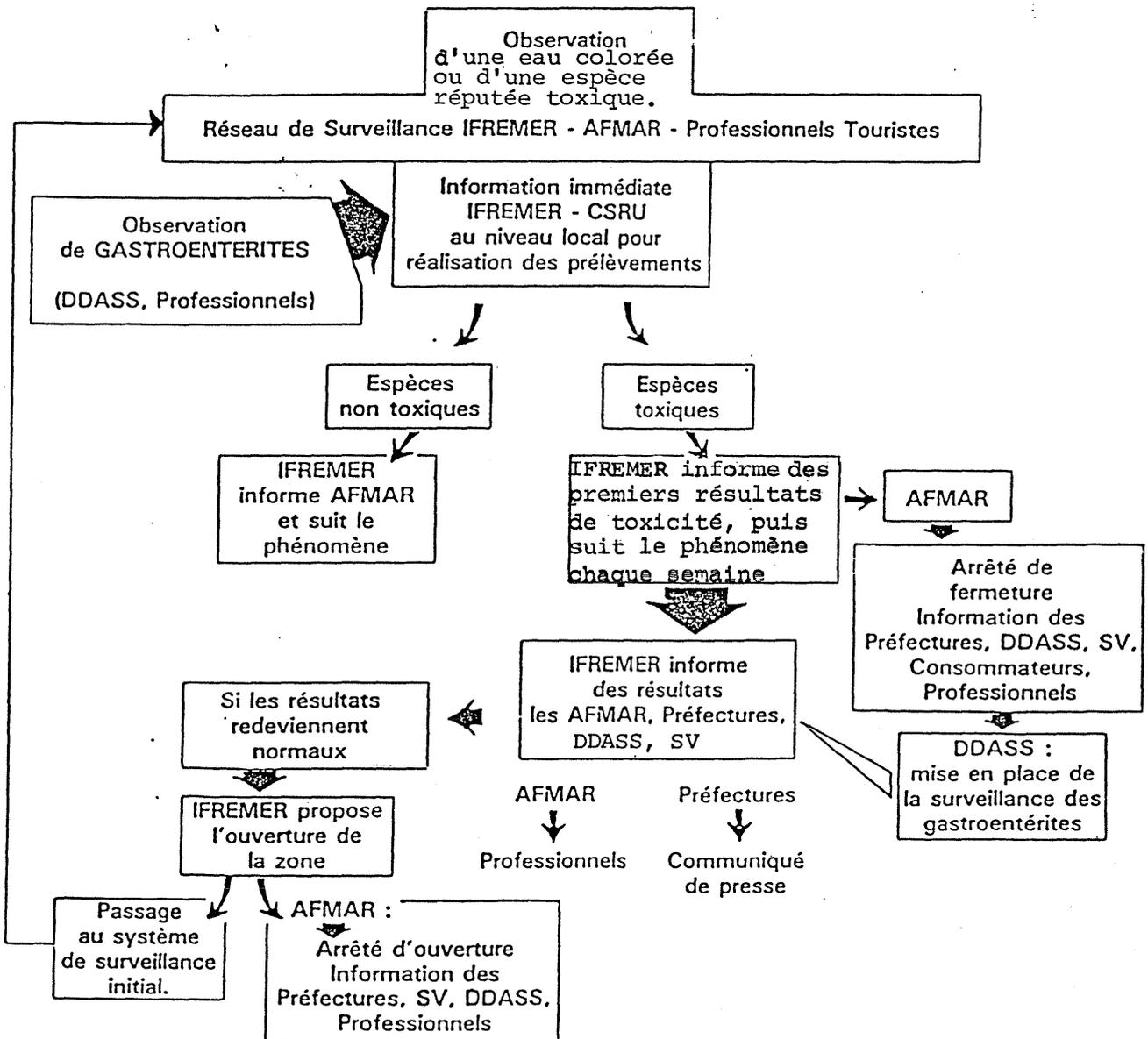


FIGURE 3 : LES RELATIONS INTER-ADMINISTRATIONS

En 1986, on dénombre 55 points d'alerte.

La fréquence des prélèvements sur ces points est au minimum hebdomadaire, ceux-ci sont constitués d'échantillons d'eau et de coquillages, sur lesquels sont faites les analyses suivantes :

- "liste floristique partielle" : recherche et dénombrement des espèces cibles, sur les échantillons d'eau ;
- dans le cas où l'espèce incriminée est *Dinophysis (acuminata* ou *sacculus)* : recherche et dénombrement dans les contenus stomacaux des coquillages.
- dans le cas où l'espèce incriminée est productrice de la toxine DSP (par exemple : *Dinophysis*) : test-souris sur un extrait d'hétopancréas de ces mêmes coquillages.

On peut constater une légère augmentation du nombre de points de prélèvements par rapport à 1985 (68), surtout pour ce qui concerne les points d'alerte situés dans des zones fréquemment touchées par l'apparition de *Dinophysis*.

Dans certains cas, et pour différentes raisons (par exemple, présence d'une nappe d'eau colorée sur une zone limitée) des prélèvements peuvent être effectués sur des points autres que ceux appartenant au réseau.

Les perturbations d'origine phytoplanctonique sont classées dans la suite de ce document en 3 catégories :

- les phénomènes d'eaux colorées (sans conséquence pour les cheptels ou pour la santé publique),
- les développements d'espèces ichtyotoxiques,
- les développements d'espèces toxiques pour l'homme.

En tête de chaque chapitre, les perturbations correspondantes sont récapitulées dans un tableau.

1. LES PHENOMENES D'EAUX COLOREES

TABLEAU 2

RECAPITULATIF DES EAUX COLOREES EN 1986

(SANS CONSEQUENCE POUR LES CHEPTELS OU LA SANTE PUBLIQUE)

LIEU (voir fig. 4)	DATE (DUREE)	ASPECT DE L'EAU	ESPECE DOMINANTE	QUANTITE (cell. l ⁻¹)
Le Havre - Villerville (SEINE MARITIME, CALVADOS)	10.08 au 12.08 (3 jours)	Couleur brune	<i>Prorocentrum minimum</i>	12.10 ⁶ à 20.10 ⁶
Cabourg (CALVADOS)	21.07	Couleur brune	<i>Prorocentrum minimum</i> <i>Leptocylindrus sp.</i>	17.10 ⁶ 17.10 ⁶
Cabourg - St Aubin (CALVADOS)	10.08 au 11.08 (2 jours)	Couleur brune	<i>Prorocentrum minimum</i> <i>Leptocylindrus sp.</i>	0,5.10 ⁶ à 20.10 ⁶
La Rance (ILLE ET VILAINE)	30.07	Couleur rouge	<i>Gonyaulax spinifera</i>	2,4.10 ⁶
Bassin de St Nazaire (LOIRE ATLANTIQUE)	07.04	Couleur brune	<i>Skeletonema costatum</i> <i>Thalassiosira rotula</i>	65.10 ⁶ 19.10 ⁶
Bassin de St Nazaire (LOIRE ATLANTIQUE)	30.04	Couleur brune	<i>Skeletonema costatum</i> <i>Thalassiosira rotula</i>	x.10 ⁶ y.10 ⁶
Bassin de St Nazaire (LOIRE ATLANTIQUE)	21.05	Couleur brune	<i>Skeletonema costatum</i>	x.10 ⁶
La Turballe - Les Evens (LOIRE ATLANTIQUE)	27.07 au 31.07 (5 jours)	Couleur rouge minium - Odeur "de poisson" - Aspect huileux	<i>Noctiluca scintillans</i>	16.10 ⁴
La Turballe	14.10 au 16.10 (3 jours)	Couleur verte	<i>Gyrodinium sp.</i>	29.10 ⁵
La Rochelle - Ile d'Yeu (CHARENTE MARITIME)	06.08	Couleur rouge	Espèce indéterminée (<i>Noctiluca</i> ?)	?
Oléron (CHARENTE MARITIME)	30.09	Couleur verte	<i>Gyrodinium aureolum</i>	7.10 ⁶
Coubre - Cordouan (GIRONDE)	30.07	Couleur rouille	<i>Chrysophycees</i>	?
Meyran - Gujan Mestras (GIRONDE)	19.06 au 24.06 (6 jours)	Couleur rouge-orangée	<i>Glenodinium</i>	2.10 ³ à 1,2.10 ⁶

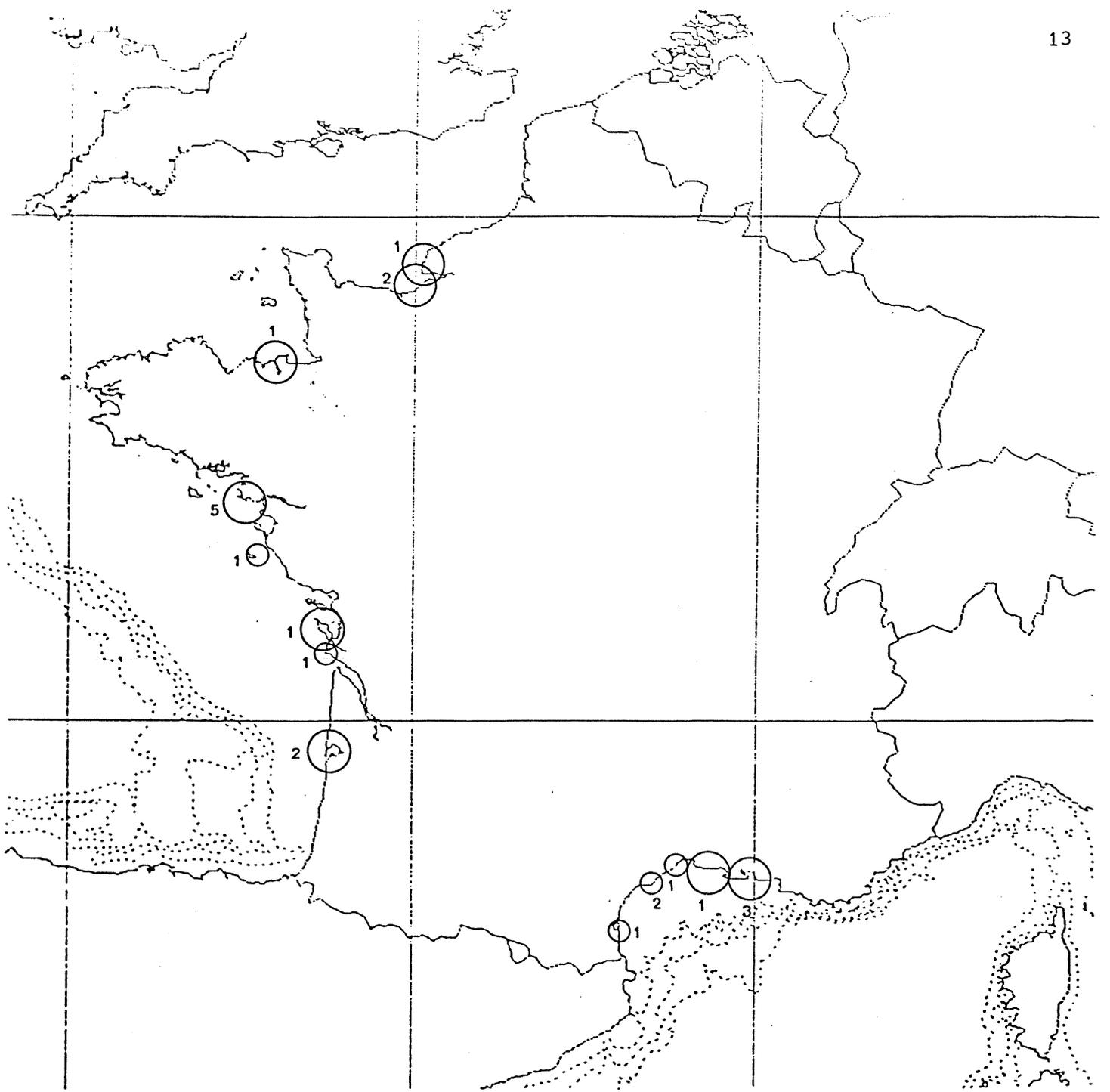
Meyran - Gujan Mestras (GIRONDE)	19.06 au 24.06 (6 jours)	Couleur rouge-orangée	<i>Glenodinium</i>	2.10^3 à $1,2.10^6$
Gujan Mestras (GIRONDE)	20.06	Couleur blanche	Bactérie marine de type bacille (1,5 à 2 μ de long.)	?
Canet plage - Leucate (PYRENEES ORIENTALES - AUDE)	09.05 au 17.05 (9 jours)	Couleur rouge	<i>Noctiluca scintillans</i>	?
Etang de Thau (HERAULT)	20.05 au 21.05 (2 jours)	Couleur brune	<i>Prorocentrum minimum</i>	?
Sète (HERAULT)	11.05 au 17.05 (7 jours)	Couleur rouge	<i>Noctiluca scintillans</i>	?
Grau du Roi - Stes Maries (GARD - BOUCHES DU RHONE)	19.05 au 20.05 (2 jours)	Couleur brune	<i>Prorocentrum minimum</i> Var. <i>Mariae Lebouriae</i>	18.10^6 à 195.10^6
Golfe de Fos (BOUCHES DU RHONE)	20.05	Couleur brun-vert	<i>Prorocentrum minimum</i> Var. <i>Mariae Lebouriae</i>	2.10^6
Berre - Martigues (BOUCHES DU RHONE)	16.07	Couleur brune	<i>Prorocentrum minimum</i>	66.10^4
St Pierre et Miquelon	15.07 au 01.08 (18 jours)	Couleur bleu-vert	Espèce indéterminée (<i>Chlorophycées</i> ?)	

TABLEAU 3

RECAPITULATIF DES EAUX COLOREES AYANT ENTRAINE
DES CONSEQUENCES POUR LES CHEPTELS OU LA SANTE PUBLIQUE,
EN 1986

LIEU (voir fig. 4)	DATE (DUREE)	ASPECT DE L'EAU ET CONSEQUENCES	ESPECE DOMINANTE	QUANTITE (cell. l ⁻¹)
Etang de Perols (HERAULT - GARD)	20.05 au 21.05 (2 jours)	Couleur brune - Mortalités de poissons	<i>Prorocentrum minimum</i>	?
Etang de Berre (BOUCHES DU RHONE)	20.05 au 22.05 (3 jours)	Couleur brune - Mortalités de poissons et de coquillages	<i>Prorocentrum minimum</i>	5 184.10 ⁴

N.B. Les perturbations notées dans ce tableau sont reprises dans le tableau 6 (récapitulatif des perturbations toxiques cheptel).



○ St Pierre-et-Miquelon

**FIGURE 4 : FREQUENCE ET LOCALISATION DES EAUX
COLOREES EN 1986 (voir tableaux 2 et 3)**

- Concentration $< 10\ 000\ \text{cell. l}^{-1}$
- Concentration entre $10\ 000$ et $100\ 000\ \text{cell. l}^{-1}$
- Concentration $> 100\ 000\ \text{cell. l}^{-1}$

1.1. Facteurs d'apparition des eaux colorées

Divers facteurs climatiques et hydrologiques contribuent à l'apparition des "eaux colorées". Les premières perturbations ont généralement lieu en début ou en milieu de printemps et correspondent à des développements de diatomées, particulièrement favorisés par les facteurs suivants :

- l'augmentation de la concentration en sels nutritifs apportés par les rivières et les eaux de ruissellement (importance des fortes pluies printanières),
- l'augmentation de l'ensoleillement, favorisant la photosynthèse,
- l'augmentation de la température de l'air et de l'eau.

La prolifération massive et rapide de certaines espèces explique la coloration de l'eau et son aspect parfois épais ou huileux.

Ces développements de diatomées ("blooms" printaniers) sont souvent fugaces. Ils peuvent être suivis au printemps ou en été de développements de dinoflagellés qui sont plutôt favorisés par :

- la compétition trophique entre diatomées et dinoflagellés, favorable à ces derniers : en effet, ils sont moins gourmands en sels nutritifs que les diatomées, et ils sont également plus mobiles,
- la dessalure des eaux superficielles,
- la stratification des masses d'eaux (provoquée par un ensemble de phénomènes tels que : mortes-eaux, vents faibles, etc.).

1.2. Importance des eaux colorées en 1986 et répartition géographique

Les tableaux précédents (2 et 3) récapitulent les différentes perturbations pour 1986 (voir également fig. 4). Deux faits importants sont à noter :

* Une eau colorée peut être plurispécifique (développement simultané de deux ou plusieurs espèces de phytoplancton). Selon les cas on distinguera donc dans la suite de ce rapport :

- le nombre de perturbations (sans tenir compte du nombre d'espèces),

- le nombre de perturbations x espèces (une perturbation plurispécifique étant comptée autant de fois qu'il y a d'espèces).

* Une eau colorée peut avoir eu ou non des conséquences (pour les cheptels ou pour l'homme). Il est également intéressant de distinguer ces deux cas.

Le nombre total d'eaux colorées en 1986 (23) est nettement supérieur au nombre moyen calculé sur les 10 années de référence 1975-1984 (13,1). Par contre, il est sensiblement égal à celui de 1985. Ceci pourrait s'expliquer de deux façons :

- 1986 aurait été, de même que 1985, une année propice à des développements importants de phytoplancton,
- ou bien, les 10 années de référence correspondent à une situation où les phénomènes d'eaux colorées n'étaient pas tous systématiquement recensés ; dans ce cas le nombre moyen ne serait pas significatif.

L'évolution du nombre d'eaux colorées dans les années à venir nous indiquera peut être vers quelle interprétation s'orienter.

La répartition géographique des eaux colorées (fig. 5) fait apparaître :

* Une répartition sensiblement identique à celle de la moyenne sur les 10 années de référence, pour le littoral de la Manche et celui de l'Atlantique au nord de la Gironde. Pour toutes ces zones, sauf entre Loire et Gironde où le nombre de perturbations avait été exceptionnellement élevé l'an dernier, la répartition est également proche de celle de 1985.

* Une augmentation du nombre de perturbations :

- au sud de la Gironde,
- et surtout en Méditerranée.

* Une apparition répertoriée pour la 1ère fois Outre-Mer (St Pierre-et-Miquelon).

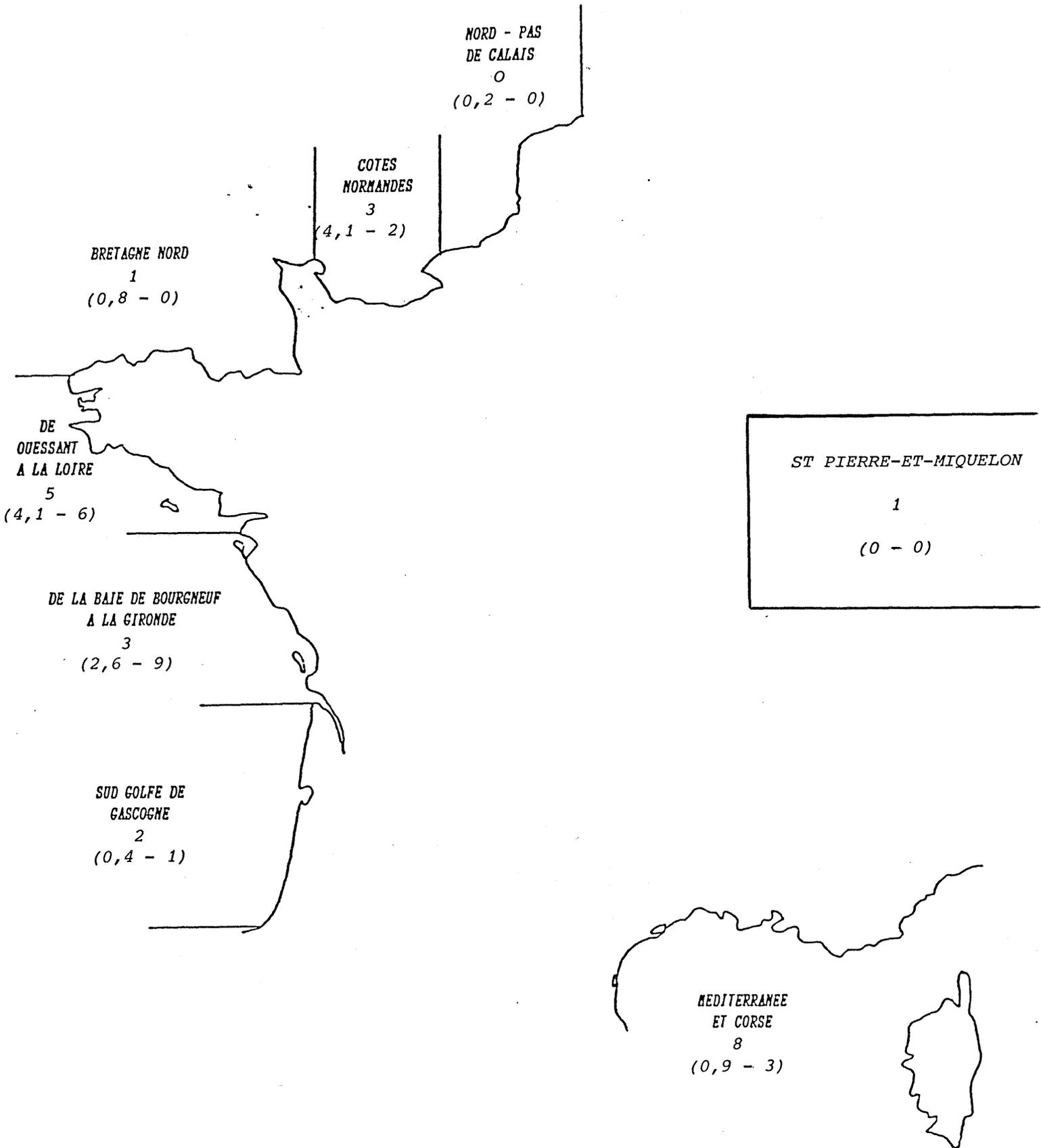


FIGURE 5 : NOMBRE D'APPARITIONS D'EAUX COLOREES

AVEC OU SANS CONSEQUENCES EN 1986

(entre parenthèses : moyenne (1975-1984) - 1985)

1.3. Importance relative des différents groupes et espèces phytoplanctoniques

En 1986, on a pu observer 23 perturbations "eaux colorées" dont 2 ont provoqué des conséquences sur les cheptels.

1.3.1. Répartition par grand groupe phytoplanctonique Eaux colorées sans conséquences

* L'évolution de la répartition des grands groupes phytoplanctoniques responsables d'eaux colorées sans conséquences montre que 1986 est une année sensiblement identique à 1985 (fig. 6). On notera le maintien de la prédominance importante du groupe des dinoflagellés.

* Si on introduit la notion d'espèces co-dominantes (cas des perturbations plurispécifiques) dans cette répartition, on constate qu'elle est également relativement similaire à celle de 1983 et 1984 (fig. 7), en effet :

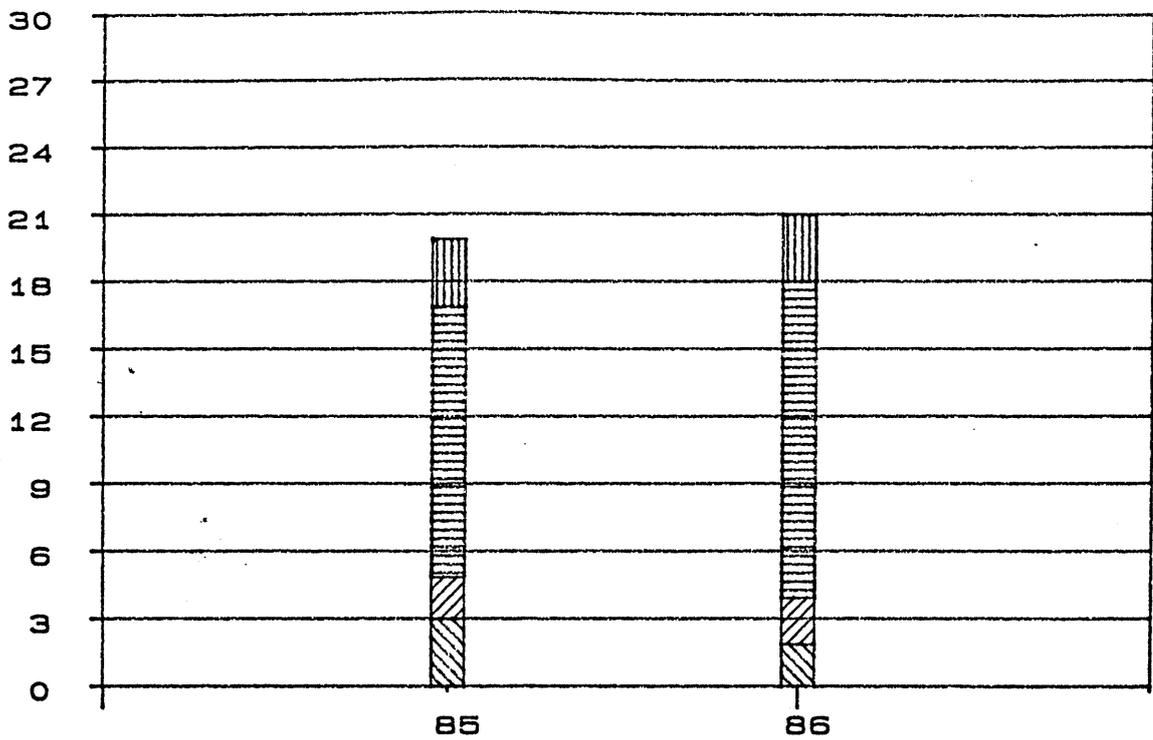
- le groupe de dinoflagellés, largement dominant, se maintient à un niveau quasi constant depuis 1983,
- le groupe des diatomées est présent dans un nombre de cas à peu près égal à celui de 1983 et 1984, mais légèrement supérieur à celui de 1985,
- ce qui n'appartient pas à ces deux groupes est en diminution importante.

1.3.2. Répartition détaillée Eaux colorées avec ou sans conséquences

* La répartition plus fine détaillée dans le tableau 4 montre, qu'en considérant l'espèce dominante de la perturbation, on constate :

- une diminution très nette des dinoflagellés non toxiques, au profit des dinoflagellés soupçonnés d'être toxiques pour les cheptels, aussi bien en pourcentage par rapport au total (fig. 8) qu'en nombre réel de perturbations (fig. 9) (les dinoflagellés soupçonnés d'être toxiques pour l'homme ne provoquent que très rarement des eaux colorées),
- une tendance à l'augmentation des diatomées,
- une diminution confirmée des phytoflagellés (qui avait été amorcée en 1985).

P
E
R
T
U
R
B
A
T
I
O
N
S



Diatomees
Dinoflagelles
 Phytoflagelles+Cilies+Bacteries
Indetermines

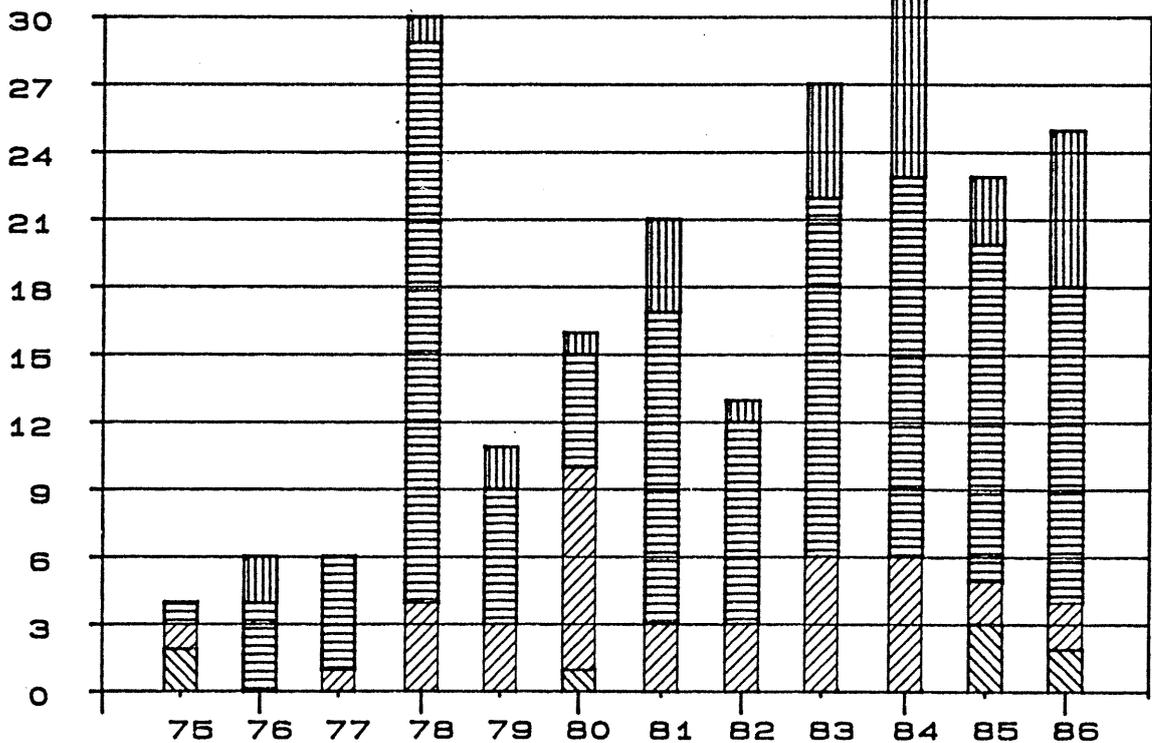
FIGURE 6 : GROUPES RESPONSABLES D'EAUX COLOREES SANS CONSEQUENCE EN 1985 ET 1986

Nombre de perturbations

P
E
R
T
U
R
B
A
T
I
O
N
S

X

E
S
P
E
C
E
S



Diatomees
Dinoflagelles
 Phytoflagelles+Cilies+Bacteries
Indetermines

FIGURE 7 : GROUPES RESPONSABLES D'EAUX COLOREES SANS CONSEQUENCE DE 1975 A 1986

Nombre de perturbations x espèces

TABLEAU 4

EAUX COLOREES AVEC OU SANS CONSEQUENCES

NOMBRE ET POURCENTAGE DE PERTURBATIONS
PAR GROUPE PHYTOPLANCTONIQUE

GROUPES	MOYENNE 1975-84		1985		1986	
	Nombre	%	Nombre	%	Nombre	%
Dinoflagellés non toxiques.....		66,0	13	61,9	6	26,1
Dinoflagellés soupçonnés d'être toxiques cheptel		8,0	1	4,8	10	43,5
Dinoflagellés soupçonnés d'être toxiques homme		1,5	0	0	0	0
Diatomées.....		18,0	3	14,3	5	21,7
Phytoflagellés.....		16,8	1	4,8	1	4,3
Ciliés.....		11,0	1	4,8	0	0
Bactéries.....		0,8	0	0	1	4,3
Indéterminés.....		2,0	3	14,3	2	8,7
TOTAUX.....		124,1	22	104,9	25	108,6

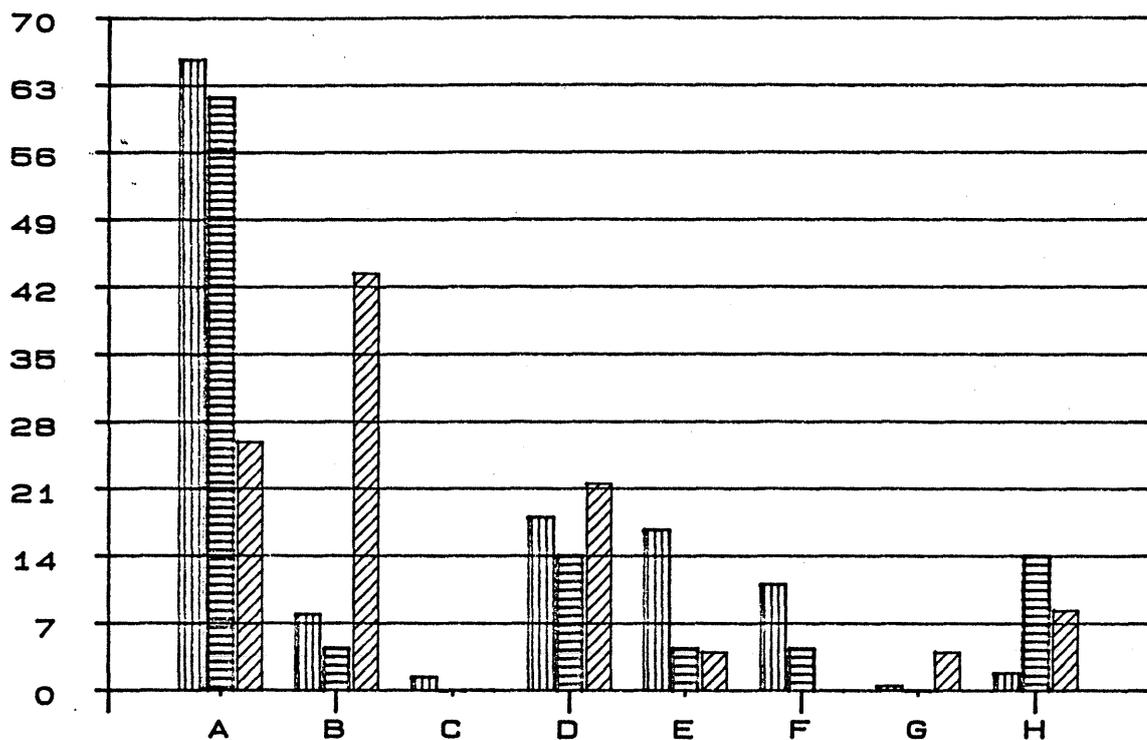
21 en
réalité23 en
réalité

Quand une perturbation est plurispécifique, avec des espèces appartenant à différents groupes, les perturbations sont comptées dans chaque groupe (sauf elles ne sont comptées qu'une fois) ; ce qui explique que :

- le nombre total de perturbations puisse être supérieur au nombre réel,
- le total des pourcentages puisse être supérieur à 100 %.

P
O
U
R
C
E
N
T
A
G
E

P
E
R
T
U
R
B
A
T
I
O
N
S



moyenne 1975-1984
1985
1986

- A - Dinoflagellés non toxiques
- B - Dinoflagellés susceptibles d'être toxiques pour le cheptel
- C - Dinoflagellés susceptibles d'être toxiques pour l'homme
- D - Diatomées
- E - Phytoflagellés
- F - Ciliés
- G - Bactéries
- H - Indéterminés.

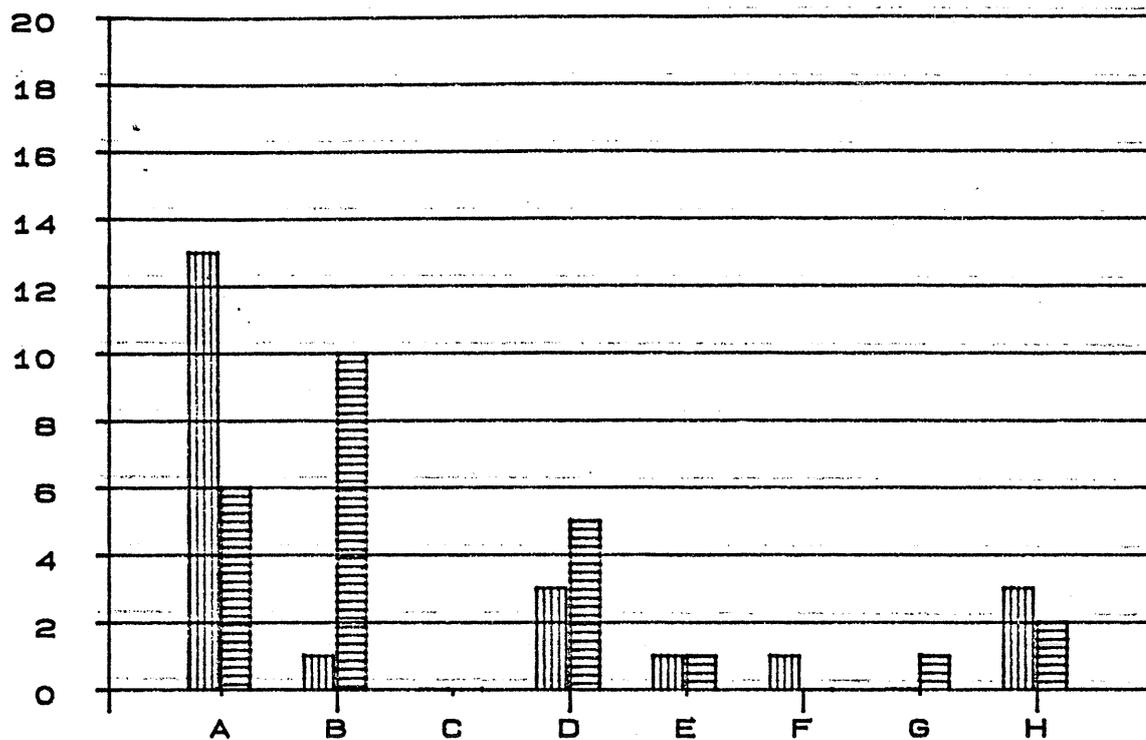
**FIGURE 8 : GROUPES RESPONSABLES D'EAUX COLOREES
AVEC OU SANS CONSEQUENCES**

Pourcentage de perturbations
(voir tableau 4)

N
O
M
B
R
E

D
E

P
E
R
T
U
R
B
A
T
I
O
N
S



1985
1986

- A - Dinoflagellés non toxiques
- B - Dinoflagellés susceptibles d'être toxiques pour le cheptel
- C - Dinoflagellés susceptibles d'être toxiques pour l'homme
- D - Diatomées
- E - Phytoflagellés
- F - Ciliés
- G - Bactéries
- H - Indéterminés.

**FIGURE 9 : GROUPES RESPONSABLES D'EAUX COLOREES
AVEC OU SANS CONSEQUENCES**

Nombre de perturbations
(voir tableau 4)

* L'introduction de la notion d'espèces co-dominantes (nombre de perturbations x espèces) amène aux mêmes conclusions générales (tableau 5) mais l'examen de la liste détaillée des espèces dans ce même tableau montre que :

- dans le groupe des dinoflagellés non toxiques, *Noctiluca scintillans* reste l'espèce dominante, malgré une diminution de moitié du nombre de ses apparitions,
- dans le groupe des dinoflagellés soupçonnés d'être toxiques pour les cheptels, *Prorocentrum minimum* fait une apparition foudroyante, puisqu'il est responsable à lui seul de l'augmentation de 1 à 10 de ce groupe. Il est également responsable des deux seules perturbations colorées avec mortalités de coquillages,
- dans le groupe des diatomées, *Skeletonema costatum* reste l'espèce dominante.

Une notion supplémentaire par rapport aux autres années a été ajoutée dans le tableau 5, pour 1986 : le nombre de jours x espèce, c'est-à-dire la durée d'une perturbation décomptée par espèce. Ceci pourrait peut être permettre dans l'avenir de relativiser la notion de nombre de perturbations, parfois difficile à interpréter. Par exemple, en 1986, *Noctiluca scintillans* n'a été présente que dans 11 % des cas (en nombre de perturbations x espèces) alors que sa durée de présence représente plus de 25 % de la durée totale des perturbations (21 jours sur 79 jours).

La figure 10 montre nettement cette importance en durée de *Noctiluca scintillans*, et confirme également la prédominance en 1986 de *Prorocentrum minimum*. Quant au groupe non défini des Indéterminés, il doit son importance à la seule perturbation Outre-Mer (Saint Pierre et Miquelon).

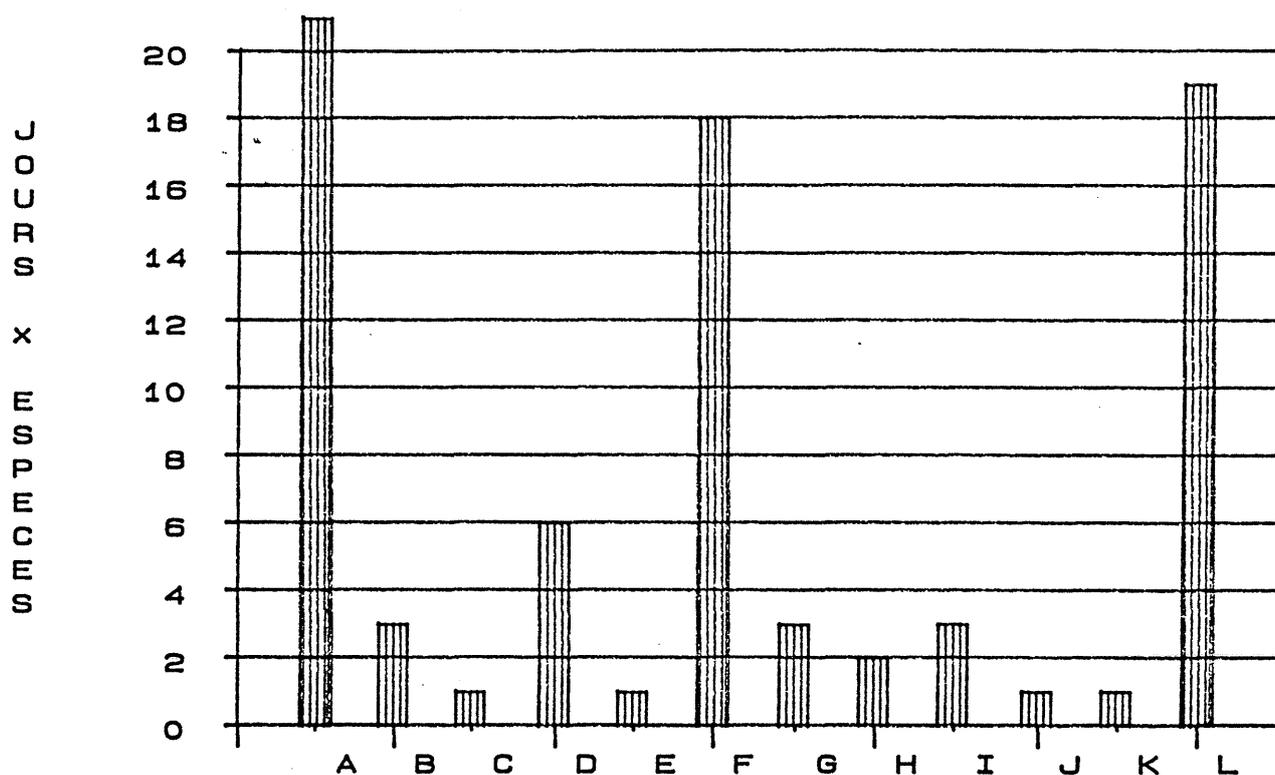
TABLEAU 5

EAUX COLOREES AVEC OU SANS CONSEQUENCES

NOMBRE ET POURCENTAGE DE PERTURBATIONS x ESPECES,
NOMBRE DE JOURS x ESPECES,
PAR GROUPE PHYTOPLANCTONIQUE,
ET PAR ESPECE OU FAMILLE

GROUPE Espèce ou famille	Moyenne 1975-84 %	1985		1986		
		Nombre	%	Nombre	%	Jours x Espèces
<u>DINOFLAGELLES NON TOXIQUES</u>	53,2	15	62,5	6	22,2	31
dont <i>Noctiluca scintillans</i>	23	6	25,0	3	11,1	21
<i>Prorocentrum micans</i>	13	3	12,4	0	0	0
<i>Gyrodinium sp.</i>		2	8,3	1	3,7	3
<i>Gonyaulax sp.</i>	11	0	0	1	3,7	1
<i>Glenodinium</i>		0	0	1	3,7	6
<i>Peridinium quinquecorne</i>		1	4,2	0	0	0
<i>Peridinium sp.</i>		1	4,2	0	0	0
<i>Gymnodinium sp.</i>		1	4,2	0	0	0
<i>Protogonyaulax orientalis</i>		1	4,2	0	0	0
<u>DINOFLAGELLES TOXIQUES CHEPTEL</u>	6,5	1	4,2	10	37,1	19
dont <i>Gyrodinium aureolum</i>	6,5	1	4,2	1	3,7	1
<i>Gyrodinium spirale</i>		0	0	0	0	0
<i>Prorocentrum minimum</i>		0	0	9	33,4	18
<u>DINOFLAGELLES TOXIQUES HOMME</u>	1,2	0	0	0	0	0
<u>DIATOMEES</u>	14,5	3	12,5	7	25,9	8
dont <i>Biddulphia aurita</i>		1	4,2	0	0	0
<i>Skeletonema costatum</i>		2	8,3	3	11,1	3
<i>Thalassiosira rotula</i>		0	0	2	7,4	2
<i>Leptocylindrus</i>		0	0	2	7,4	3
<i>Rhizosolenia delicatula</i>	7	0	0	0	0	0
<i>Nitzschia seriata</i>	1,5	0	0	0	0	0

<u>PHYTOFLAGELLES</u>	13,5	1	4,2	1	3,7	1
dont <i>Chlorophycées</i>	2,4	0	0	0	0	0
<i>Haptophycées</i>	6,5	0	0	0	0	0
<i>Cryptophycées</i>	1,6	0	0	0	0	0
<i>Euglénophycées</i>	0	1	4,2	0	0	0
<i>Chrysophycées</i>	0	0	0	1	3,7	1
<i>Coccolithophoridés</i>	0,6	0	0	0	0	0
Indéterminés	2,4	0	0	0	0	0
<u>CILIES</u>	8,9	1	4,1	0	0	0
<u>BACTERIES</u>	0,6	0	0	1	3,7	1
<u>INDETERMINEES</u>	1,6	3	12,5	2	7,4	19
<u>TOTAUX</u>	100 %	24	100 %	27	100 %	79 jours



- A - *Noctiluca scintillans* (dinoflagellé)
 B - *Gyrodinium sp.* (dinoflagellé)
 C - *Gonyaulax sp.* (dinoflagellé)
 D - *Glenodinium* (dinoflagellé)
 E - *Gyrodinium aureolum* (dinoflagellé)
 F - *Prorocentrum minimum* (dinoflagellé)
 G - *Skeletonema costatum* (diatomée)
 H - *Thalassiosira rotula* (diatomée)
 I - *Leptocylindrus* (diatomée)
 J - Chrysophycées (phytoflagellé)
 K - Bactéries
 L - Indéterminés.

FIGURE 10 : ESPECES OU FAMILLES REponsables
D'EAUX COLOREES AVEC OU SANS CONSEQUENCES

Nombre de jours x espèces

(Voir tableau 5)

2. LES DEVELOPPEMENTS D'ESPECES
ICHTYOTOXIQUES

TABLEAU 6

RECAPITULATIF DES PERTURBATIONS AYANT
ENTRAINE DES CONSEQUENCES SUR LES CHEPTELS EN 1986

LIEU	DATE (DUREE)	OBSERVATIONS ET CONSEQUENCES	ESPECE RESPONSABLE	QUANTITE (cell. l ⁻¹)
Etang de Perols (HERAULT - GARD)	20.05 au 21.05 (2 jours)	Eaux de couleur brune Mortalités de poissons	<i>Prorocentrum minimum</i>	?
Etang de Berre (BOUCHES DU RHONE)	20.05 au 22.05 (3 jours)	Eaux de couleur brune Mortalités de poissons et de coquillages	<i>Prorocentrum minimum</i>	5 184.10 ⁴

En 1986, il n'a été observé que deux cas de perturbations ayant induit une toxicité pour les cheptels (tab. 6) ; l'espèce en cause, *Prorocentrum minimum*, n'est pas actuellement recensée dans les espèces véritablement ichtyotoxiques, mais il est préférable de la surveiller de près, étant donné qu'une de ses variétés : var. *Mariae Lebouriae*, a été dans le passé rendue responsable de toxicité chez l'homme. En 1985, il y a également eu des mortalités de poissons en sa présence, qui n'ont pas été expliquées. Les espèces habituellement soupçonnées d'être toxiques pour les cheptels n'ont par contre causé aucune mortalité cette année.

2.1. Gyrodinium aureolum (fig. 11)

* On a observé 38 apparitions de cette espèce, dans 10 secteurs différents (tab. 7). Ceux-ci sont principalement localisés dans deux zones (fig. 14) :

- le littoral breton (à noter deux apparitions en Bretagne nord, fait nouveau par rapport à 1985),
- et surtout la Méditerranée (28 apparitions sur 38) dans les mêmes lieux que ceux recensés l'an dernier.

Par contre, comme en 1985, *Gyrodinium aureolum* n'a été observé :

- ni au nord de la Bretagne,
- ni, pour ce qui concerne l'Atlantique, au Sud d'Oléron.

* Les développements de *Gyrodinium aureolum* ont eu lieu principalement de juin à août, mais on notera sa présence quasi-permanente tout au long de l'année dans les trois secteurs de Méditerranée, à des concentrations qui n'ont pas toujours été négligeables même en plein hiver.

* Les concentrations dans l'eau ont toujours été inférieures à 50 000 cellules par litre, excepté Oléron, ce qui peut expliquer que :

- deux apparitions seulement ont été associées à une eau colorée : il s'agit effectivement d'Oléron, où la concentration était suffisante (7.10^6 cellules par litre) pour provoquer un tel phénomène ; l'autre cas concerne le Golfe de Fos à une date (20 mai) où *Prorocentrum minimum* était en quantité très abondante (voir tab. 2), *Gyrodinium aureolum* n'étant donc qu'une des espèces associées de la perturbation,
- aucune apparition de *Gyrodinium aureolum* n'a provoqué de mortalités, ni de retards de croissance sur les cheptels. En effet, ces effets toxiques ne sont généralement constatés qu'à des concentrations très supérieures à celles observées cette année.

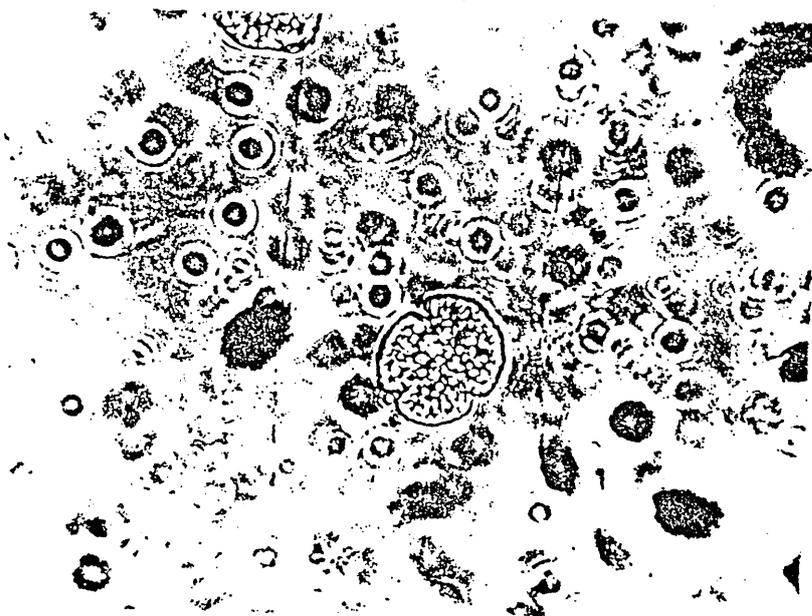


FIGURE 11 : GYRODINIUM AUREOLUM
Douarnenez

d'après photo labo. EBN/IFREMER-NANTES



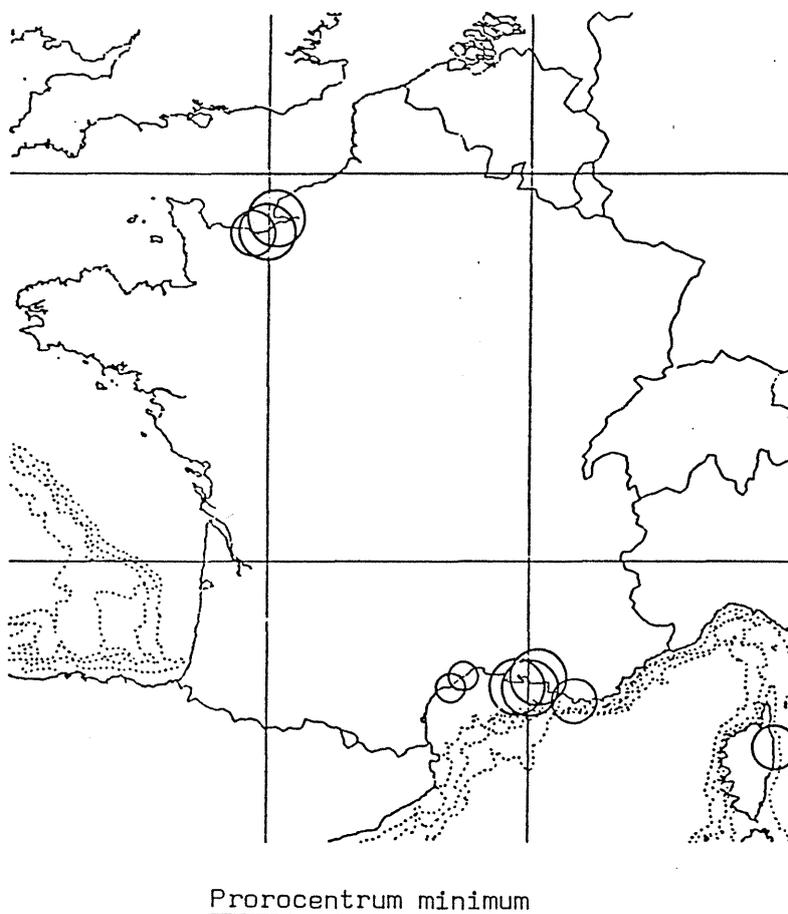
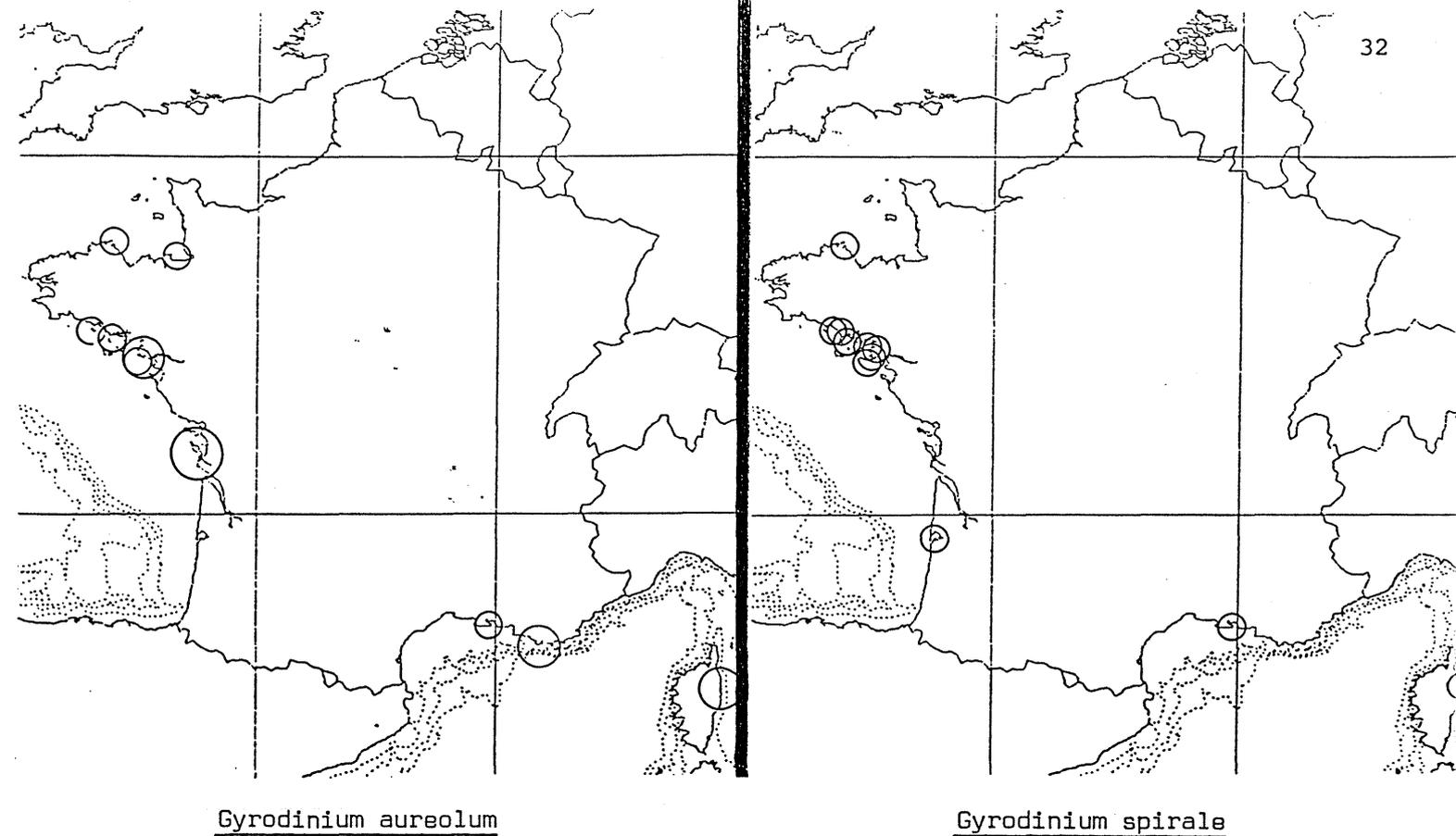
FIGURE 12 : GYRODINIUM SPIRALE
Etang de Thau

d'après photo labo. EBN/IFREMER-NANTES

RECAPITULATIF DES DIFFERENTS DEVELOPPEMENTS

DE GYRODINIUM AUREOLUM EN 1986

LOCALISATION	DATES (DUREE)	QUANTITE EN CELL.L ⁻¹	CONSEQUENCES
Le Vivier sur Mer (Ille et Vilaine)	09.06	400	Aucune
	12.08	400	"
Bréhat (Côtes du Nord)	24.06	500	Aucune
Groix Nord (Morbihan)	23.06	100	Aucune
	25.08	100	"
Baie de Quiberon (Morbihan)	28.07 au 05.08 (9 jours)	100	Aucune
Piriac - Le Croisic (Loire Atlantique)	21.07 au 28.07 (8 jours)	2000 à 27700	Aucune
Le Croisic (Loire Atlantique)	04.08	300	Aucune
	08.09	200	"
Ile d'Oléron (Charente Maritime)	30.09	7.10 ⁶	Aucune (Coloration verte)
Golfe de Fos (Bouches du Rhône)	13.01	40	Aucune
	10.03	200	"
	28.04	600	"
	20.05	1500	Aucune
	03.06	200	Aucune
	01.07 au 11.07 (11 jours)	1200 à 3000	(Coloration brun-vert) "
	21.07 au 04.08 (15 jours)	200 à 3800	"
	18.08	5400	"
	15.09	320	"
	30.09	2600	"
	21.10 au 04.11 (15 jours)	100 à 200	"
	17.11 au 01.12 (16 jours)	100 à 500	"



**FIGURE 14 : LOCALISATION DES DEVELOPPEMENTS
DE TROIS ESPECES DE DINOFLAGELLES EN 1986**

(voir tableaux 7, 8 et 9)

-  Concentration $< 10\,000 \text{ cell. l}^{-1}$
-  Concentration entre $10\,000$ et $100\,000 \text{ cell. l}^{-1}$
-  Concentration $> 100\,000 \text{ cell. l}^{-1}$

2.2. Gyrodinium spirale (fig. 12)

* 24 apparitions de cette espèce ont eu lieu dans 11 secteurs différents (tab. 8). La répartition géographique de ceux-ci recouvre presque exactement les secteurs d'apparition de *Gyrodinium aureolum* (fig. 14) à une exception près (Bassin d'Arcachon). Dans certains cas d'ailleurs, les développements des deux espèces sont simultanés :

- en baie de Quiberon, et à Piriac-Le Croisic pour l'Atlantique,
- dans le golfe de Fos et l'étang de Diana pour la Méditerranée.

Les secteurs d'apparition de *Gyrodinium spirale* sont également sensiblement identiques à ceux de 1985.

* La répartition dans le temps des développements de *Gyrodinium spirale* est assez lâche : le plus souvent en été, mais aussi, et de façon non négligeable, tout à fait en dehors.

* Aucune de ces apparitions n'a été associée à une eau colorée, et aucune n'a provoqué de conséquences sur les cheptels : mais il faut noter que les concentrations dans l'eau ont toujours été très faibles (au maximum 1 000 cellules par litre).

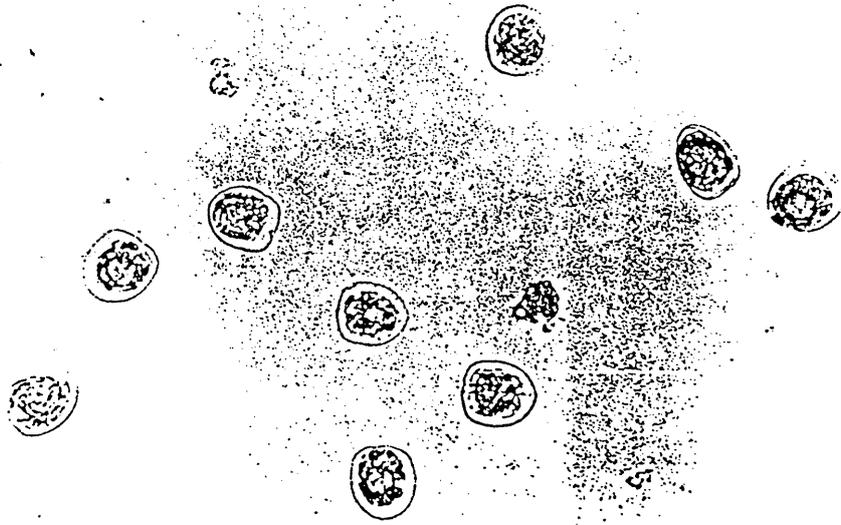
2.3. Prorocentrum minimum (fig. 13)

* On a observé 26 apparitions de cette espèce dans 11 secteurs différents (Tab. 9), répartis en deux grandes zones (fig. 14) :

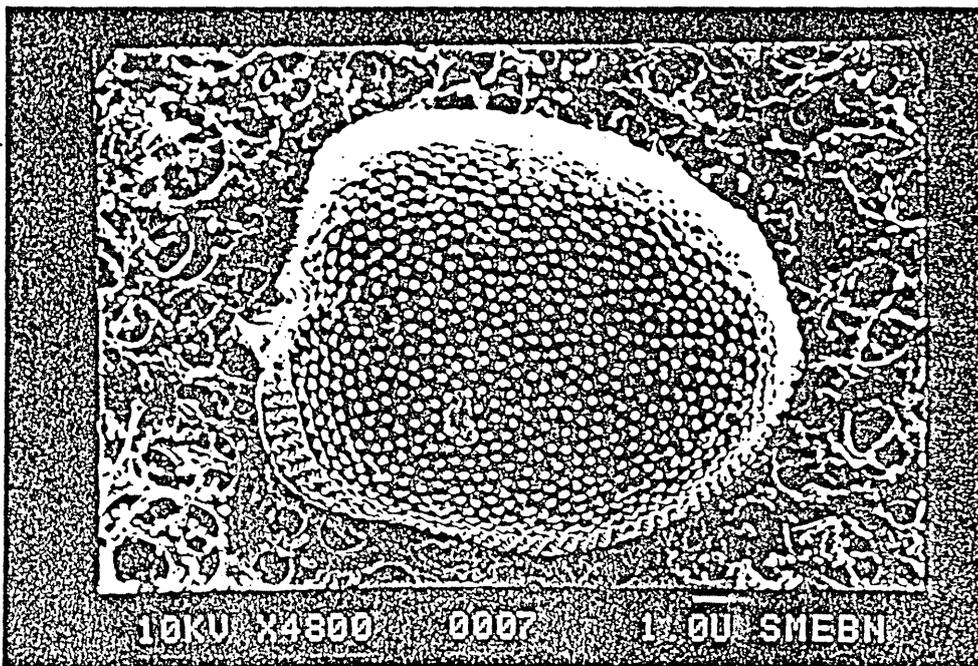
- la Normandie,
- la Méditerranée : on y retrouve, entre autres, les secteurs d'apparition de *Gyrodinium aureolum* et *Gyrodinium spirale*. A noter dans le golfe de Fos une présence quasi permanente de *Prorocentrum minimum* du début jusqu'à la fin de l'année à des concentrations parfois importantes.

* Les développements de cette espèce, sont, comme pour *Gyrodinium spirale*, assez étalés dans le temps :

- en été pour la Normandie,
- en toutes saisons pour la Méditerranée, avec tout de même des concentrations dans l'eau plus fortes en été.



Port du Hâvre - Microscopie photonique



Ile de Sein - microscopie électronique à balayage

FIGURE 13 : PROROCENTRUM MINIMUM

d'après photos labo. EBN/IFREMER-NANTES

RECAPITULATIF DES DIFFERENTS DEVELOPPEMENTS

DE PROROCENTRUM MINIMUM EN 1986

LOCALISATION	DATES (DUREE)	QUANTITE EN CELL.L ⁻¹	CONSEQUENCES
Le Havre - Villerville	10.08 au 12.08 (3 jours)	12.10 ⁶ à 20.10 ⁶	Aucune (Coloration brune)
Cabourg	21.07	17.10 ⁶	Aucune (Coloration brune)
Cabourg - St Aubin	10.08 au 11.08 (2 jours)	0,5.10 ⁶ à 20.10 ⁶	Aucune (Coloration brune)
St Aubin	16.07 au 17.07 (2 jours)	7800 à 24200	Aucune
Etang de Thau	20.05 au 21.05 (2 jours)	?	Aucune (Coloration brune)
Etang de Perols	20.05 au 21.05 (2 jours)	?	Mortalités de poissons Coloration brune
Grau du Roi - Saintes Maries	19.05 au 21.05 (3 jours)	18.10 ⁶ à 195.10 ⁶	Aucune (Coloration brune)
Golfe de Fos	13.01	160	Aucune
	03.02 au 05.02 (3 jours)	1800 à 4280	"
	24.02 au 13.05 (86 jours)	200 à 654000	"
	20.05	29.10 ⁴ à 20.10 ⁵	Aucune (Coloration brun-vert)
	26.05 au 18.12 (207 jours)	100 à 22.10 ⁵	Aucune

* Parmi ces 26 apparitions, 9 ont donné lieu à des eaux colorées : 2 d'entre elles ont également provoqué des mortalités de poissons et de coquillages. Cela peut s'expliquer par les concentrations souvent très élevées : plus de 10 millions de cellules par litre dans l'eau pour la plupart des développements à eaux colorées. Ces concentrations très fortes pourraient également être la cause indirecte - par anoxie du milieu - des mortalités constatées dans les étangs de Pérols et de Berre, puisqu'actuellement on n'a pas d'élément prouvant que *Prorocentrum minimum* serait toxique pour les cheptels.

2.4. Conclusion

Les comparaisons en durée de présence des trois espèces citées ci-dessus (tab. 10) montrent à l'évidence que :

- *Prorocentrum minimum* a été l'espèce largement dominante cette année, excepté sur la façade Atlantique.
- La Méditerranée a connu des efflorescences particulièrement longues de *Prorocentrum minimum* et également, mais de façon moindre, de *Gyrodinium aureolum* (sauf en Corse).

TABLEAU 10

NOMBRE DE JOURS DE PRESENCE

DE GYRODINIUM AUREOLUM
GYRODINIUM SPIRALE
PROROCENTRUM MINIMUM

PAR REGION EN 1986

REGIONS	ESPECES		
	<i>Gyrodinium aureolum</i>	<i>Gyrodinium spirale</i>	<i>Prorocentrum minimum</i>
Normandie	0	0	8
Bretagne	14	70	0
Atlantique (de la Loire à la frontière espagnole)	11	33	0
Méditerranée (sauf Corse)	111	2	387
Corse	17	1	217
TOTAUX.....	153	106	612

La notion de durée est bien entendu très relative, puisque les concentrations dans l'eau ne sont évidemment pas analysées tous les jours.

On a considéré arbitrairement qu'une perturbation durait un seul jour quand un résultat isolé n'était pas suivi de résultats proches (moins de 15 jours). Dans le cas contraire, et si le résultat suivant était différent de zéro, la durée de perturbation a été considérée comme égale au nombre de jours séparant les deux (ou plusieurs) résultats.

3. LES DEVELOPPEMENTS D'ESPECES TOXIQUES
POUR L'HOMME

3.1. Introduction

Parmi les espèces toxiques pour l'homme recensées dans la littérature, on trouve :

- * Les espèces productrices de DSP (Diarrhetic Shellfish Poisoning), toxine diarrhéique s'accumulant dans l'hépto-pancréas des mollusques filtreurs. L'exemple le plus connu actuellement en France est *Dinophysis*, mais on a également observé cette année une toxicité élevée en présence de *Prorocentrum lima* aux abords de l'Ile de Sein (Finistère). Cette dernière espèce étant connue comme productrice de toxine type DSP, il apparaît nécessaire de surveiller ses apparitions. Les intoxications ont des symptômes identiques à ceux des gastro-entérites (nausées, diarrhées, vomissements, etc...).
- * Les espèces productrices de PSP (Paralytic Shellfish Poisoning), de type neurotoxine. Les intoxications sont graves, parfois mortelles. Les espèces concernées, telles que *Gonyaulax*, *Protogonyaulax*, n'ont pas encore été rencontrées sur les côtes françaises, mais leur développement dans certains pays d'Europe proches, rend nécessaire une surveillance stricte. Rappelons que des espèces proches de *Protogonyaulax*, mais non toxiques, s'étaient développées en 1985 :

- *Goniodoma pseudogonyaulax* dans le bassin d'Arcachon,
- *Alexandrium ibericum* en baie de Vilaine.

3.1.1. Résultats acquis en 1986

Nous ne parlerons ici que des toxicités de type DSP. Il était déjà connu que la relation existant entre la toxicité et la concentration de *Dinophysis* dans l'eau est différente :

- suivant les zones géographiques,
- selon l'année,
- selon l'espèce de coquillages.

Rappelons brièvement les études suivies en 1986 et les résultats acquis par rapport aux données connues antérieurement (Lassus et Berthomé, 1986) :

- * Une étude serrée de suivi sur le point du Maresclé en baie de Vilaine, réalisée conjointement par le laboratoire EBN (1), et par le département CSRU a confirmé qu'une concentration dans l'eau en *Dinophysis* supérieure à 200 cellules par litre, induisait généralement une toxicité dépassant le seuil fixé comme seuil "Santé Publique".

(1) Laboratoire Effets Biologiques des Nuisances - DERO/MR.

Cette étude a également montré qu'une concentration supérieure à une moyenne de 100 cellules par coquillage dans le tractus digestif de celui-ci amenait à cette même toxicité.

A noter que les effets toxiques se manifestent à des concentrations très faibles dans l'eau, au contraire des espèces ichtyotoxiques, comme *Gyrodinium aureolum*, pour lequel la toxicité sur les cheptels n'est effective qu'à des concentrations très largement supérieures.

* Le suivi de points régulièrement contaminés et l'analyse de l'évolution de la toxicité a montré qu'il existait une corrélation entre la toxicité initiale et la durée de décontamination (celle-ci est définie égale au temps nécessaire pour passer de la toxicité maximum à une toxicité inférieure au seuil "Santé Publique").

Il faut noter tout de même que :

- Lorsque la toxicité initiale est très élevée, la durée de décontamination est souvent très variable.
- les contaminations et recontaminations successives du milieu font que les effets peuvent se cumuler dans le temps. Le phénomène devient alors plus difficile à cerner.

* Les essais de décontamination "active" par transfert de coquillages contaminés (en l'occurrence en provenance du Maresclé) sur un secteur présumé indemne de Dinophysis (le secteur choisi était Mesquer - Loire Atlantique) n'a pas donné de résultats véritablement concluants.

Etant donné que les conditions d'expérimentation n'ont pas été celles attendues - il y a eu contamination temporaire du secteur de Mesquer - ce genre d'études mérite d'être renouvelé.

* Les essais de décontamination des eaux en bassin, par oxygénation "douce" (sans brassage des eaux) ont conduit à une réduction parfois importante des cellules de Dinophysis dans l'eau en les piégeant dans la mousse surnageante. Mais la décontamination n'étant pas totale, ce type d'étude doit être poursuivi.

3.1.2. Méthodes de prélèvements et d'analyses utilisées

* Analyses d'eau :

Les prélèvements d'eau (1 l) sont fixés au lugol (2,5 ml par litre) + formol (20 ml par litre).

La numération des cellules phytoplanctoniques se fait sur :

- des cuves à sédimentation (microscope inversé),
- ou
- des cellules de numération (microscope droit).

La fraction observée ne doit pas être inférieure à 1/100 du volume initial.

* Contenus stomacaux :

Les prélèvements sont effectués dans le tractus digestif grâce à une sonde cannelée. Un frottis est ensuite fait entre lame et lamelle.

Le dénombrement de l'espèce toxique, si elle est présente, se fait sur plusieurs coquillages (3 ou 4), afin d'obtenir une moyenne.

En pratique, les contenus stomacaux ne sont effectués que sur des moules.

* Tests souris

La toxicité des coquillages contaminés est due à la sécrétion par Dinophysis d'une toxine (acide okadaïque) qui s'accumule dans le coquillage. Cette toxicité est évaluée par un test souris mis au point au Japon par Yasumoto.

L'extraction de la toxine est pratiquée à partir ds hépato-pancréas des coquillages. L'extrait en question est injecté à 3 souris à raison d'1 ml d'extrait par souris.

Les souris sont observées pendant 24 heures. En deçà de 5 heures de survie, le test est considéré comme positif : les coquillages en cause sont présumés toxiques. Au-delà de 5 heures de survie et jusqu'à 24 heures, le test est négatif, mais la toxine est présente en plus ou moins grande quantité, celle-ci étant néanmoins insuffisante pour provoquer des troubles chez le consommateur. A noter que le test est calibré pour des souris de 20 grammes ; dans le cas de souris d'un poids différent, on corrige le temps de survie par un facteur de correction (d'après Horwitz, 1980).

La toxicité peut donc être évaluée par la moyenne des temps de survie - corrigés - des 3 souris. Le calcul de cette moyenne pose parfois problème, en cas de résultats très dispersés : par exemple 2 souris meurent en moins de 5 heures, la 3ème est toujours vivante après 24 heures (ou le contraire). La procédure généralement adoptée consiste, dans ce type de cas, à considérer que le 3ème résultat est aberrant et à ne prendre en compte que les deux premiers. Cette solution, très simpliste, donne malgré tout des résultats relativement plausibles. Il conviendrait cependant de se donner des règles précises quant à cette évaluation.

La toxicité est véritablement définie par l'unité-souris. C'est une unité relative, qui a pour référence un échantillon de moules prélevées à Antifer en 1983. C'est une fonction logarithmique du temps de survie :

$$US = 10^{a \log(t) + b}$$

dans laquelle US : nombre d'unités-souris,
t : temps de survie moyen (corrigé) en mn.

La référence actuelle donne les valeurs suivantes aux paramètres :

$$a = - 0,55$$

$$b = 1,49$$

Le calcul montre que le seuil "Santé Publique" est de 1,34 US (pour t = 5 heures = 300 mn).

3.1.3. Distribution de Dinophysis sur le littoral français

Les dernières précisions concernant la dénomination des espèces de Dinophysis rencontrées sur le littoral français ont été données par le Professeur BALECH, taxonomiste (Argentine), en 1986. La répartition en France est donc actuellement considérée comme la suivante (LASSUS et BARDOUIL, 1986) :

- Dinophysis cf. acuminata (fig. 15) en Normandie,
- Dinophysis sacculus (fig. 16) en Bretagne sud, sur la façade Atlantique et en Méditerranée.

3.1.4. Les différents développements d'espèces toxiques pour l'homme en 1986

Ceci n'est qu'une approche globale, dont le détail, région par région, figure dans la suite de ce rapport.

* Le récapitulatif des développements ayant conduit à des mesures administratives (tab. 11) montre que les fermetures ont touché :

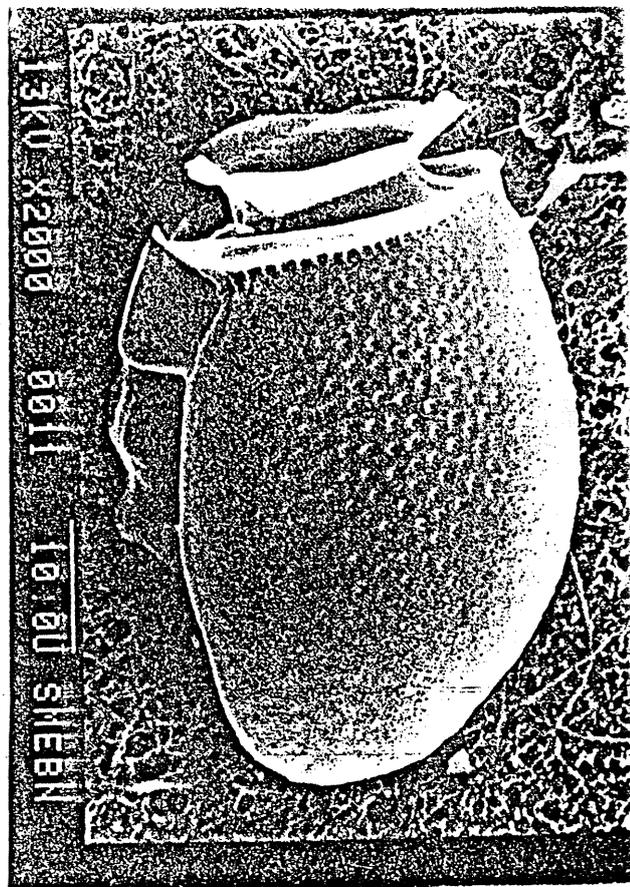
- principalement : Le Finistère Sud (dans sa totalité),
Le Morbihan (partiellement).
- localement : La Normandie,
La Loire-Atlantique.



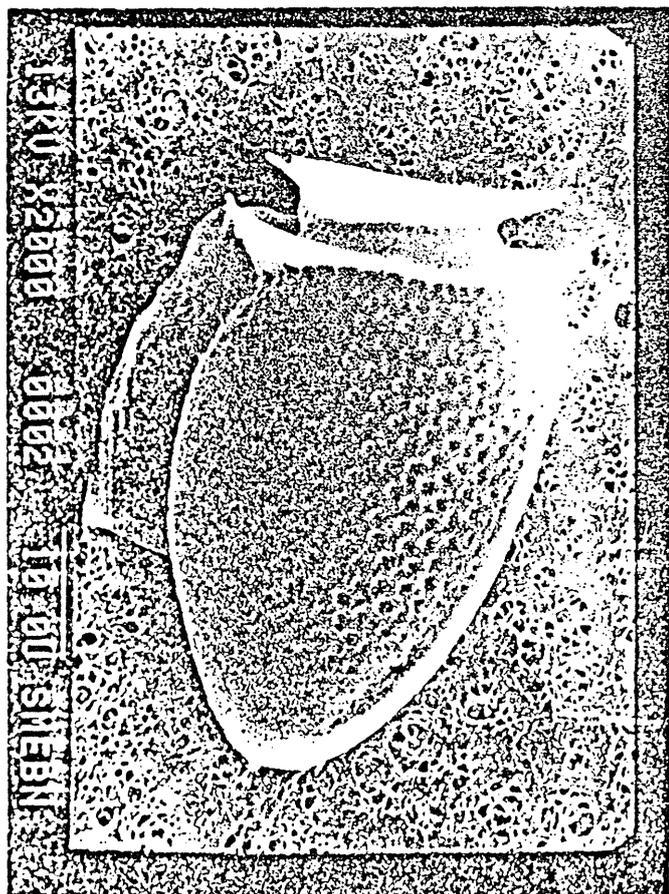
Microscopie photonique

FIGURE 15 : DINOPHYSIS CF. ACUMINATA
Antifer 1986

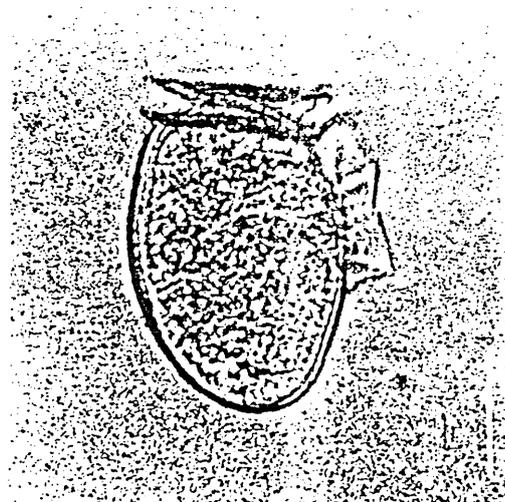
in LASSUS (P.) et BARDOUIL (M.) 1986



Microscopie électronique
à balayage
valve gauche x.2 000



Microscopie électronique à balayage
valve gauche x 2 000



Microscopie photonique

FIGURE 16 : DINOPHYSIS SACCULUS
Baie de Vilaine 1986

in LASSUS (P.) et BARDOUIL (M.) 1986

RECAPITULATIF DES PERTURBATIONS SUSCEPTIBLES
D'ENTRAINER DES CONSEQUENCES SUR LA SANTE PUBLIQUE
ET AYANT DONNE LIEU A DES MESURES ADMINISTRATIVES
DE FERMETURE EN 1986

LOCALISATION	DATES (DUREE)	ESPECE(S) RESPONSABLE(S)	QUANTITE EN CELL.L ⁻¹
De la rivière Le Dun à Antifer (SEINE MARITIME)	15.07 au 10.10 (88 jours)	<i>Dinophysis acuminata</i>	Max : 71.000
Oustréham à Courseulles (CALVADOS)	16.07 au 26.08 (42 jours)	<i>Dinophysis acuminata</i>	Max : 40.600
Baie de Douarnenez (FINISTERE)	05.05 au 29.09 (147 jours)	<i>Dinophysis sacculus</i>	Max : 18.300
Ile de Sein (FINISTERE)	09.06 au 29.07 (51 jours)	<i>Dinophysis sacculus</i> <i>Prorocentrum lima</i>	Max : 200 Max : 5.500
Audierne - Le Guilvinec (FINISTERE)	29.05 au 24.06 (27 jours)	<i>Dinophysis sacculus</i>	Max : 1.000
Rivière de Pont l'Abbé (FINISTERE)	04.06 au 14.07 (41 jours)	<i>Dinophysis sacculus</i>	Max : 100
De la rivière de Pont l'Abbé à la Pointe de Be-g Meil + Iles des Moutons et Glénans (FINISTERE)	11.06 au 26.08 (77 jours)	<i>Dinophysis sacculus</i>	Max : 800

RECAPITULATIF DES PERTURBATIONS SUSCEPTIBLES
D'ENTRAINER DES CONSEQUENCES SUR LA SANTE PUBLIQUE
ET AYANT DONNE LIEU A DES MESURES ADMINISTRATIVES
DE FERMETURE EN 1986

(Suite)

LOCALISATION	DATES (DUREE)	ESPECE(S) RESPONSABLE(S)	QUANTITE EN CELL.L ⁻¹
Baie de la Forêt (FINISTERE)	03.06 au 16.06 (14 jours) et	<i>Dinophysis sacculus</i>	Max : 15.300
	30.06 au 08.09 (71 jours)	<i>Dinophysis sacculus</i>	Max : 1.400
De la Pointe du Cabellou à la rivière de l'Aven (FINISTERE)	05.06 au 19.06 (15 jours)	<i>Dinophysis sacculus</i>	?
Rivière de l'Aven (FINISTERE)	03.06 au 22.09 (112 jours)	<i>Dinophysis sacculus</i>	Max : 11.400
Rivière du Belon (FINISTERE)	04.06 au 25.08 (83 jours)	<i>Dinophysis sacculus</i>	Max : 4.500
De la rivière du Belon à la Pointe du Talut (FINISTERE)	05.06 au 19.06 (15 jours)	<i>Dinophysis sacculus</i>	?
Ile de Groix (MORBIHAN)	29.05 au 08.09 (103 jours)	<i>Dinophysis sacculus</i>	Max : 4.900
De la Pointe du Talut à la rivière d'Etel (MORBIHAN)	09.06 au 28.07 (50 jours)	<i>Dinophysis sacculus</i>	Max : 1.700

RECAPITULATIF DES PERTURBATIONS SUSCEPTIBLES
D'ENTRAINER DES CONSEQUENCES SUR LA SANTE PUBLIQUE
ET AYANT DONNE LIEU A DES MESURES ADMINISTRATIVES
DE FERMETURE EN 1986

(Suite)

LOCALISATION	DATES (DUREE)	ESPECE(S) RESPONSABLE(S)	QUANTITE EN CELL.L ⁻¹
Rivière d'Étel + Côte ouest Quiberon jusqu'à Beg Er Lan (MORBIHAN)	13.01 au 26.05 (134 jours) et	<i>Dinophysis sacculus</i>	Max : 200
	02.06 au 25.08 (85 jours)	<i>Dinophysis sacculus</i>	Max : 1.600
Belle Ile (MORBIHAN)	18.08 au 08.09 (22 jours)	<i>Dinophysis sacculus</i>	Max : 200
Entrée du Golfe du Morbihan (MORBIHAN)	10.07 au 28.07 (19 jours)	<i>Dinophysis sacculus</i>	Max : 200
Rivière de Pénerf (MORBIHAN)	22.05 au 21.07 (61 jours)	<i>Dinophysis sacculus</i>	Max : 2.300
Baie de Vilaine (de la Pointe de Pénerf à la Pointe de Loscolo + Ile de Bel Air (MORBIHAN)	13.05 au 18.08 (98 jours)	<i>Dinophysis sacculus</i>	Max : 2.400
Bile + Baie de Pont Mahé (de la Pointe de Loscolo à la Pointe de Pen Bé (LOIRE ATLANTIQUE)	14.05 au 21.07 (69 jours)	<i>Dinophysis sacculus</i>	Max : 1.600

RECAPITULATIF DES PERTURBATIONS SUSCEPTIBLES
D'ENTRAINER DES CONSEQUENCES SUR LA SANTE PUBLIQUE
ET AYANT DONNE LIEU A DES MESURES ADMINISTRATIVES
DE FERMETURE EN 1986

(Suite)

LOCALISATION	DATES (DUREE)	ESPECE(S) RESPONSABLE(S)	QUANTITE EN CELL.L ⁻¹
De la Pointe de Pen Bé à la Pointe du Castelli (LOIRE ATLANTIQUE)	22.05 au 07.07 (47 jours)	<i>Dinophysis sacculus</i>	Max : 600
La Turballe - Le Croisic (LOIRE ATLANTIQUE)	22.05 au 05.09 (110 jours)	<i>Dinophysis sacculus</i>	Max : 1.300

N.B. : Les dates correspondent au temps de présence de *Dinophysis* et non aux dates de fermeture (qui sont détaillées dans les tableaux suivants).

Par contre, aucune fermeture n'a été prononcée en Méditerranée, ni sur la façade Atlantique au sud de la Loire.

On trouvera en annexe 1 le récapitulatif détaillé des arrêtés de fermeture et réouverture, et en annexe 2 la représentation schématique des secteurs fermés sur le littoral en 1986.

Le tableau 11 met également en évidence la mise en cause d'une espèce différente de *Dinophysis* dans un phénomène de toxicité : *Prorocentrum lima* (fig. 17).

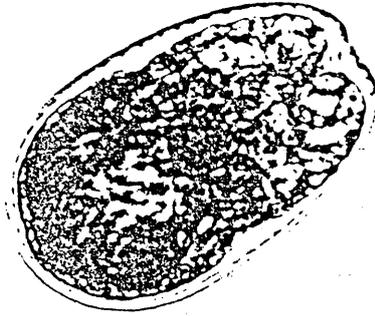
* Des concentrations dans l'eau très variables et parfois assez basses (rivière de Pont l'Abbé) ont conduit à des fermetures alors que certaines concentrations relativement élevées (Méditerranée) n'ont pas donné lieu à ce genre de mesures (tab. 12, 13, 14) parce que la toxicité ne dépassait pas le seuil "Santé Publique". Il s'agit une fois encore de la relation éminemment variable entre la concentration dans l'eau et la toxicité réelle (voir également fig. 18).

* L'examen de dates d'apparition de *Dinophysis* (et *Prorocentrum lima*) et des dates de fermeture montre que (tab. 12, 13 et 14) :

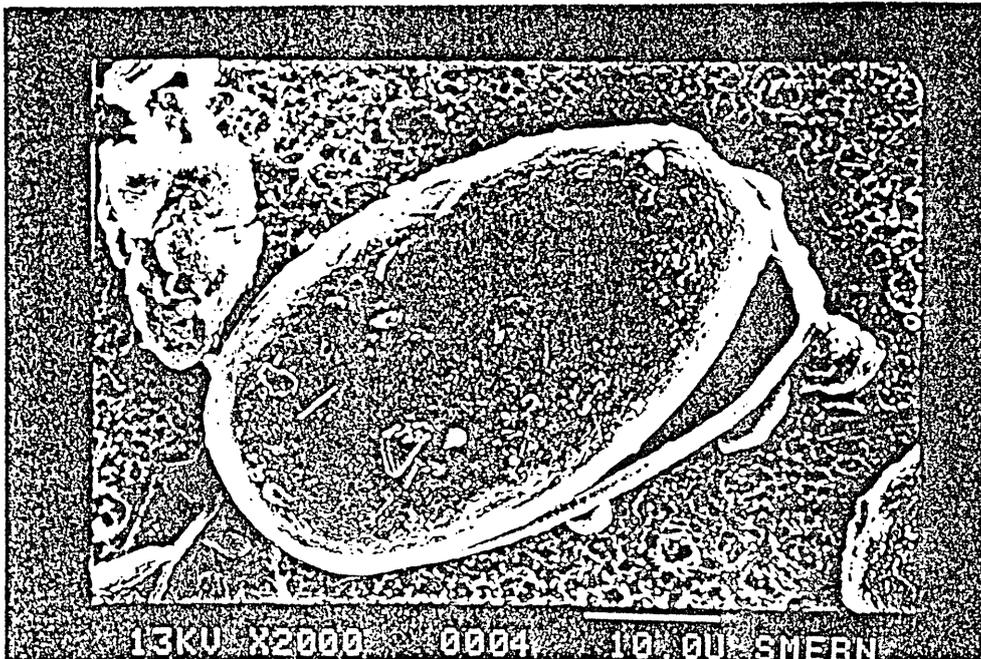
- en Normandie, la fermeture a suivi l'apparition, c'est-à-dire à mi-juillet ;
- en Bretagne sud, beaucoup d'apparitions ont eu lieu précocement, en mai et juin. Un développement de mi-janvier à mi-mai à même eu lieu en rivière d'Étel (mais ne donnant lieu à une fermeture que début mai). Une succession de fermetures et de réouvertures s'est produite de début juin jusqu'à mi-septembre avec une petite accalmie fin août (voir annexe 2) ;
- en baie de Vilaine et au nord de la Loire-Atlantique, les apparitions ont été également précoces (fin mai). Les fermetures et réouvertures se sont également succédées, mais dans un temps plus bref qu'en Bretagne sud, de fin mai à fin juillet, avec une petite accalmie fin juin.

3.2. Normandie

Cinq points de suivi ont été échantillonnés régulièrement en 1986 ; deux d'entre eux ont même fait l'objet d'une surveillance quasi-quotidienne de début juillet à début septembre : il s'agit d'Antifer et de St Aubin, deux points situés dans les secteurs habituellement les plus critiques, et qui correspondent également aux secteurs qui ont été fermés cette année.



Microscopie photonique



Microscopie électronique à balayage

FIGURE 17 : PROROCENTRUM LIMA
Ile de Sein

d'après photos labo. EBN/IFREMER-NANTES

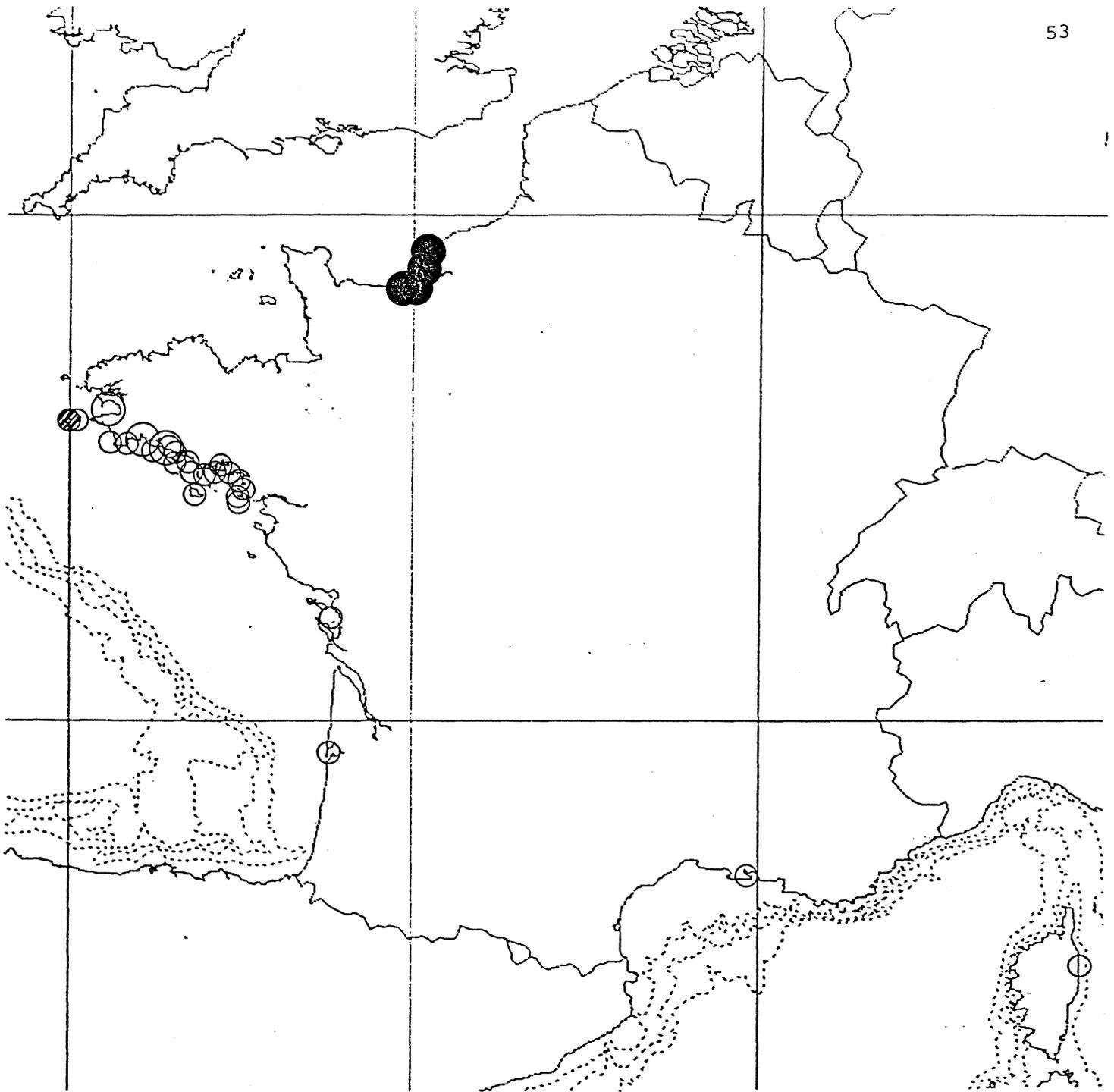


FIGURE 18 : LOCALISATION DES DEVELOPPEMENTS DE :

- *Dinophysis cf. acuminata*)
- *Dinophysis sacculus*) en 1986.
- ◐ *Prorocentrum lima.*)

(voir tableaux 12, 13 et 14).

- Concentration < 10 000 cell. l⁻¹
- ◐ Concentration entre 10 000 et 100 000 cell. l⁻¹
- Concentration > 100 000 cell. l⁻¹

RECAPITULATIF DES DIFFERENTS DEVELOPPEMENTS

DE DINOPHYSIS SACCOLUS EN 1986

(Suite)

LOCALISATION	DATES (DUREE)	POINTS DE PRELEVEMENTS CONCERNES	QUANTITE EN CELL.L ⁻¹	CONSEQUENCES
Baie d'Yves (Charente Maritime)	26.05 au 20.08 (87 jours)	LE CORNARD	Entre zéro et 200	Aucune
Baie d'Arcachon (Gironde)	25.04 au 29.05 (35 jours)	TEYCHAN	Entre zéro et 700	Aucune
Golfe de Fos (Bouches du Rhône)	07.07 au 15.07 (9 jours)	SAINT ANTOINE CARTEAU	Entre zéro et 400	Aucune
	30.09 au 04.11 (5 jours)	SAINT ANTOINE	Entre zéro et 900	
Etangs de Diana et d'Urbino (Corse)	23.04	URBINO	Jusqu'à 1100	Aucune
	21.07	DIANA URBINO	Jusqu'à 1000	
	18.12	DIANA	500	

L'apparition de *Dinophysis* a eu lieu à peu près en même temps sur ces deux secteurs - mi-juillet - mais à des concentrations nettement plus élevées sur Antifer (fig. 19), ce qui confirme les observations des années précédentes. Les maxima observés en 1986 sur Antifer (71 000 cellules par litre) sont supérieurs à ceux de 1985 (7 000 cellules par litre) mais restent très au-dessous de ceux de 1984 (600 000 cellules par litre).

Sur le secteur correspondant à Saint Aubin, les concentrations ont atteint un maximum de 40 600 cellules par litre (Ouistreham, le 23 juillet), mais sont restées la plupart du temps inférieures à 1 000 cellules par litre (fig. 20).

Entre ces deux secteurs, deux points d'alerte ont été surveillés :

- Villerville, où l'on a relevé un maximum de 1 300 cellules par litre.
- Cabourg, où l'on a trouvé jusqu'à 63 800 cellules par litre le 21 juillet, puis un autre pic de 5 100 cellules par litre le 18 août.

Les test-souris étant restés négatifs, les zones correspondantes n'ont pas fait l'objet de fermetures.

Le reste du Calvados (à l'ouest de Courseulles) et le département de la Manche n'ont pas été touchés du tout par l'apparition de *Dinophysis*.

Comme les années précédentes, les décisions pouvant conduire à des mesures administratives ont été prises en commun lors de réunions inter-administratives.

Conséquences sanitaires :

Quelques cas d'intoxications ont été signalés suite à l'ingestion de moules pêchées sur les gisements de Fécamp, un peu avant la mi-août, ce qui a motivé la fermeture de ce secteur (du Dun au Cap d'Antifer) le 12 août.

Conséquences économiques :

Les durées de fermeture se répartissent comme suit (voir annexes 1 et 2) :

- littoral de Sotteville-sur-Mer au Cap d'Antifer (Seine-Maritime) : 60 jours.
- littoral de Ouistreham à Courseulles (Calvados) : 84 jours.

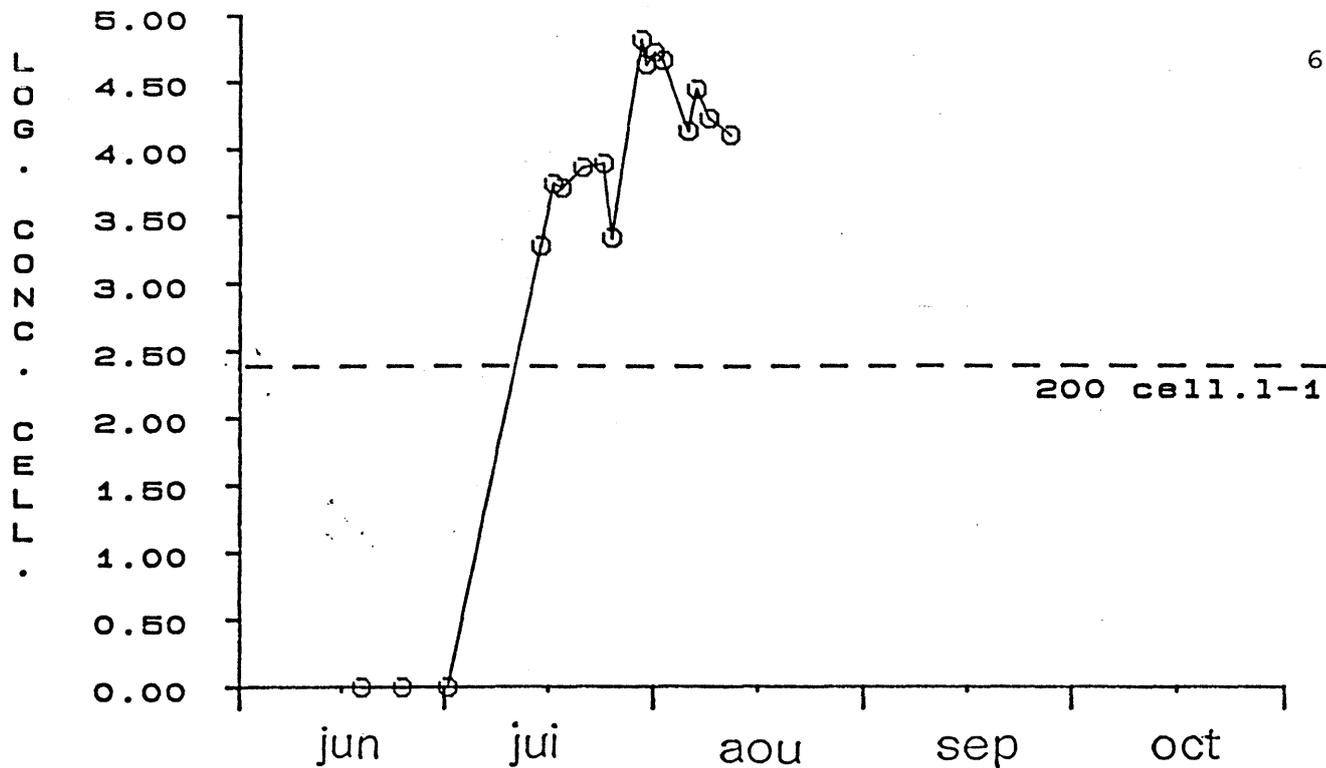


FIGURE 19 : CONCENTRATIONS DANS L'EAU DE *DINOPHYSIS CF. ACUMINATA* EN 1986 :
ANTIFER (SEINE-MARITIME)

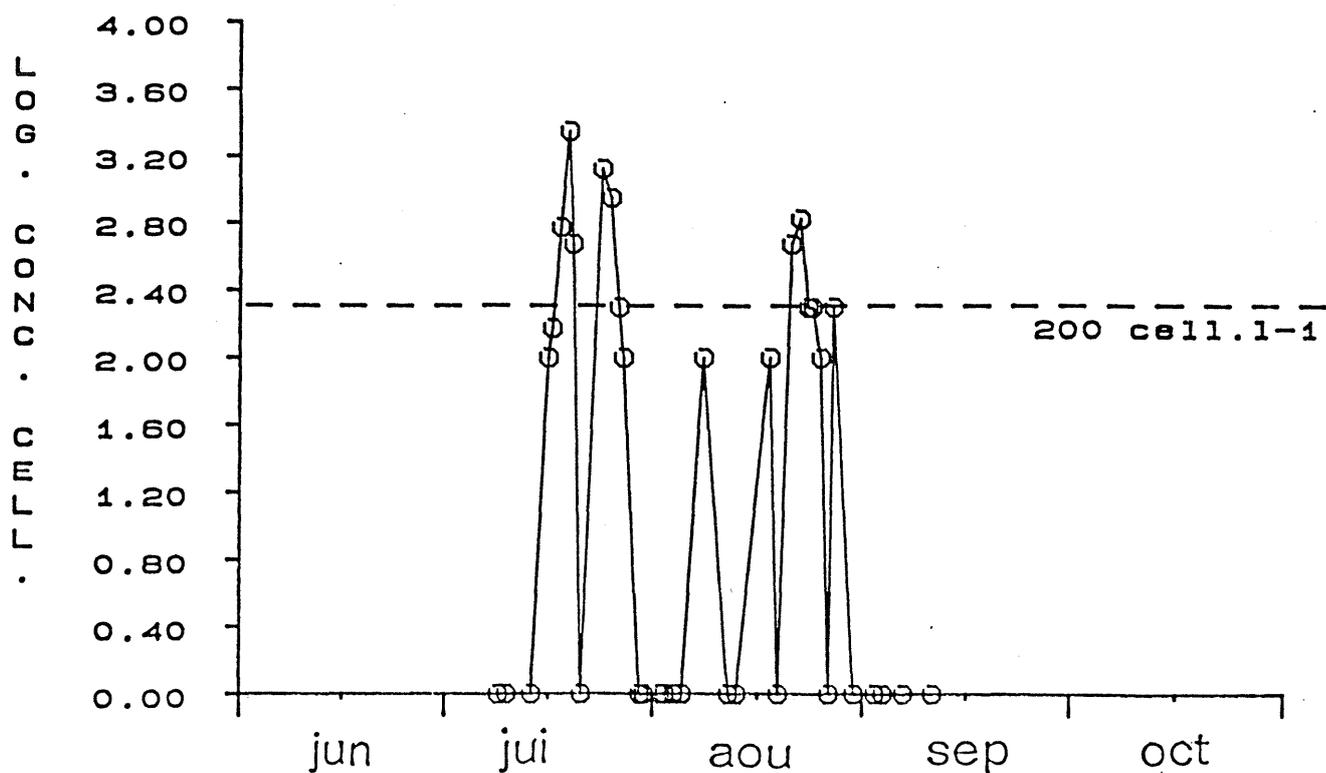


FIGURE 20 : CONCENTRATIONS DANS L'EAU DE *DINOPHYSIS CF. ACUMINATA* EN 1986 :
SAINT-AUBIN (CALVADOS)

Les fermetures ont touché :

- pour la Seine-Maritime : 24 pêcheurs à pied professionnels ;
- pour le Calvados : 2 établissements d'expédition et 75 pêcheurs à pied professionnels.

3.3. Baie de Douarnenez

Comme les années antérieures, deux points ont été suivis très régulièrement dans ce secteur.

L'apparition de *Dinophysis* a eu lieu début mai sur toute l'étendue de la baie, et a conduit très rapidement à des toxicités dépassant le seuil "Santé Publique", et donc à des mesures administratives de fermeture.

Comme les années précédentes, les moules du nord de la baie (Morgat) ont accusé une toxicité beaucoup plus élevée que les donax du sud de la baie (Kervel), malgré des concentrations dans l'eau équivalentes, sinon plus basses, ce qui confirme, une fois de plus, les observations des années précédentes concernant les toxicités différentes selon les coquillages.

* Morgat (fig. 21)

Une première contamination a eu lieu début mai (concentration maximum de 700 cellules par litre) et a conduit à une toxicité de 2,71 U.S.. Après un pic de 16 000 cellules par litre début juin, on a observé une augmentation de la toxicité pour atteindre un maximum de 4,59 U.S., près d'un mois plus tard. La toxicité est ensuite restée à un niveau très élevé pendant un mois. L'amorce de décontamination a été perturbée par des recontaminations successives dans l'eau, pourtant peu élevées, mais qui ont néanmoins conduit à une nouvelle augmentation de la toxicité, avec un décalage dans le temps par rapport aux pics de concentrations dans l'eau.

* Kervel (fig. 22)

La contamination début mai avec une concentration de 1 100 cellules par litre a conduit immédiatement à une toxicité dépassant légèrement le seuil. Le pic de 18 300 cellules par litre mi-juin a conduit également très vite à une augmentation de la toxicité (maximum : 2,32 U.S.).

Les pics de toxicité semblent donc assez bien correspondre aux pics de densités, avec un net décalage dans le temps (environ un mois) en ce qui concerne les moules de Morgat. La toxicité maximum pour 1986 a été :

- sensiblement identique à celle de 1985 pour Morgat (4,76 U.S. en 1985, 4,59 U.S. en 1986) malgré une concentration maximum quatre fois plus élevée (4 200 cellules par litre en 1985).
- inférieure à celle de 1985 pour Kervel (3,81 U.S. en 1985, 2,32 US en 1986) malgré une concentration maximum deux fois plus élevée (8 900 cellules par litre en 1985).

Conséquences sanitaires : aucun cas d'intoxication n'a été signalé.

Conséquences économiques :

La durée de fermeture a été de (voir annexes 1 et 2) : 134 jours, pour au moins une partie de la baie (114 jours, si on ne considère que le sud de la baie), soit une durée presque équivalente à celle de 1985 (147 jours).

La fermeture a touché deux établissements d'expédition et 18 pêcheurs à pied professionnels.

3.4. Bretagne sud (sauf baie de Douarnenez et baie de Vilaine)

Toute la côte sud-bretonne a été touchée par des développements de *Dinophysis*, plus ou moins importants, qui ont conduit à des mesures administratives de fermeture sur une grande partie du littoral.

Les prélèvements effectués sur une maille relativement serrée de points (7 pour le Finistère sud, 10 pour le Morbihan excepté la baie de Vilaine) n'ont pas toujours donné des résultats très homogènes : la corrélation entre les concentrations dans l'eau et les toxicités correspondantes a révélé une disparité souvent troublante selon les secteurs.

En effet, sur certaines zones, on a vu apparaître une succession de toxicités alternativement positives et négatives. Sur d'autres, les tests sont restés négatifs, malgré des concentrations dans l'eau parfois plus importantes que dans le premier cas. Par sécurité, ces dernières zones ont également fait l'objet de mesures administratives de fermeture, quand elles étaient entourées par des secteurs à toxicité positive. Cependant, les successions de phases de contamination et de décontamination ont conduit à une succession de fermetures et de réouvertures, ce qui n'a pas toujours été très efficace au plan de la protection du consommateur.

(A noter, que sur tous les graphiques suivants, les toxicités n'apparaissent pas quand elles sont égales à zéro. Cela n'implique pas que le test-souris n'a pas été fait.)

3.4.1. Finistère sud - Examen détaillé des résultats

* Ile de Sein (fig. 23)

Des concentrations de Dinophysis faibles (max. = 200 cell. l⁻¹) ; mais la présence conjointe de *Prorocentrum lima*, espèce également productrice de toxine DSP, a conduit à des toxicités très fortes (jusqu'à 4,52 U.S.).

* Audierne - Le Guilvinec

La densité dans l'eau a atteint un maximum de 1 000. Les tests souris ont révélé la présence de la toxine, sans, pour autant, que le seuil soit dépassé.

* Pont l'Abbé (fig. 24)

Une densité de 100 au maximum a conduit à une toxicité atteignant 1,97 U.S.. Le pic de densité correspond bien dans ce cas au pic de toxicité.

* Glénans

La concentration dans l'eau a atteint 800 au maximum. La toxicité n'a été positive qu'en tout début de phénomène, puis elle a été négative.

* Baie de la Forêt (Penfoulic : fig. 25)

Une succession de contaminations-décontaminations avec un pic de densité élevé en début de phénomène (15 300 cellules par litre début juin) a conduit à une alternance de toxicités élevées (au maximum : 3,25 U.S.) et faibles, mais la plupart du temps positives. Dans ce cas, la corrélation pic de densité-pic de toxicité n'est pas évidente.

* Aven (fig. 26)

Un phénomène un peu analogue à celui de Penfoulic s'est produit : par contre le pic de densité maximum en début de phénomène, moins élevé que pour Penfoulic (11 400 cellules par litre) a conduit à une toxicité beaucoup plus forte (7,88 U.S.).

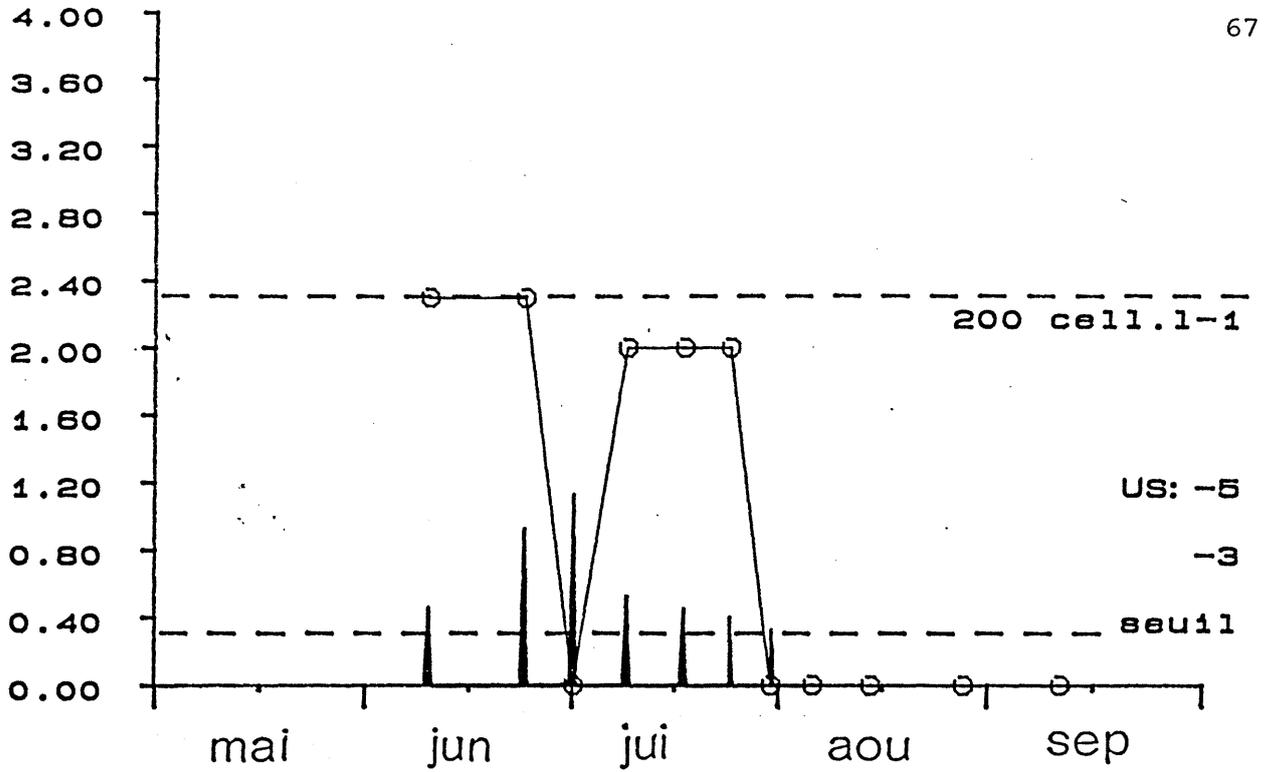


FIGURE 23 : CONCENTRATIONS DANS L'EAU DE *DINOPHYSIS SACCOLUS* ET TOXICITES EN UNITES-SOURIS EN 1986 : SEIN (FINISTERE)

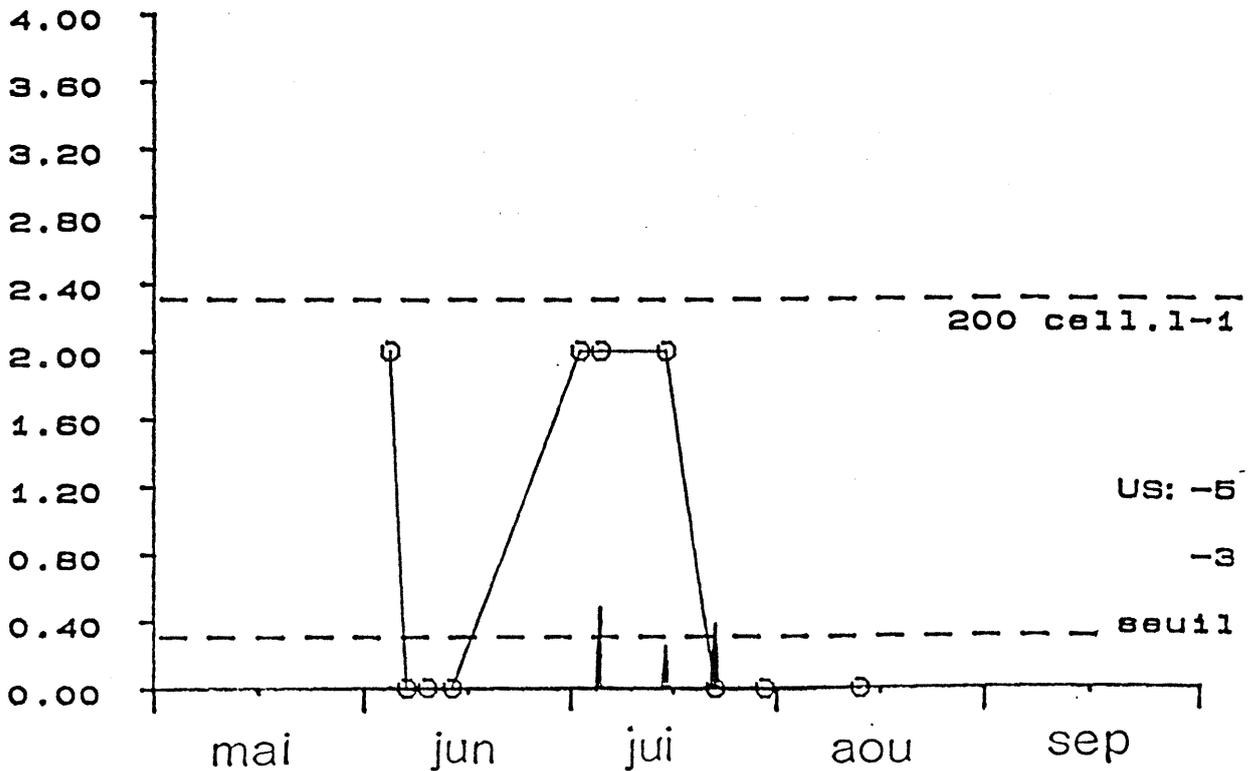


FIGURE 24 : CONCENTRATIONS DANS L'EAU DE *DINOPHYSIS SACCOLUS* ET TOXICITES EN UNITES-SOURIS EN 1986 : PONT L'ABBE (FINISTERE)

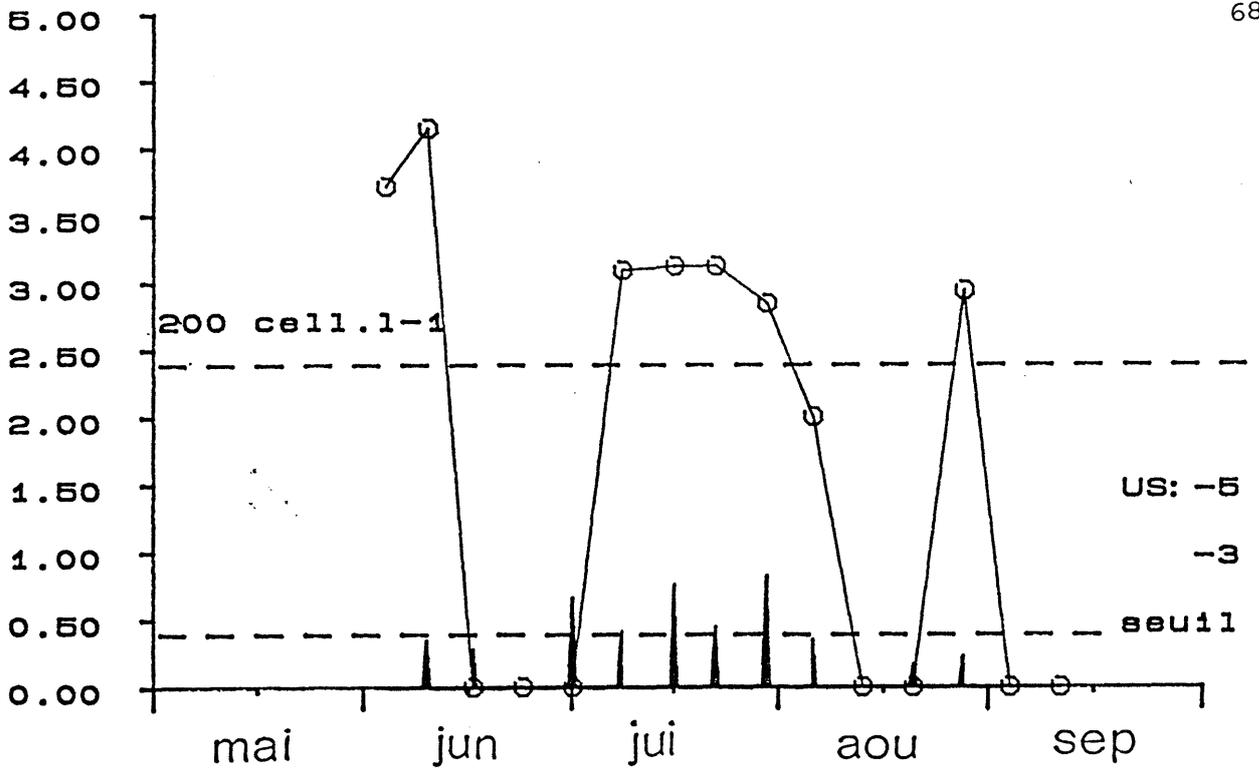


FIGURE 25 : CONCENTRATIONS DANS L'EAU DE *DINOPHYSIS SACCOLUS* ET TOXICITES EN UNITES-SOURIS EN 1986 : PENFOOLIC (FINISTERE)

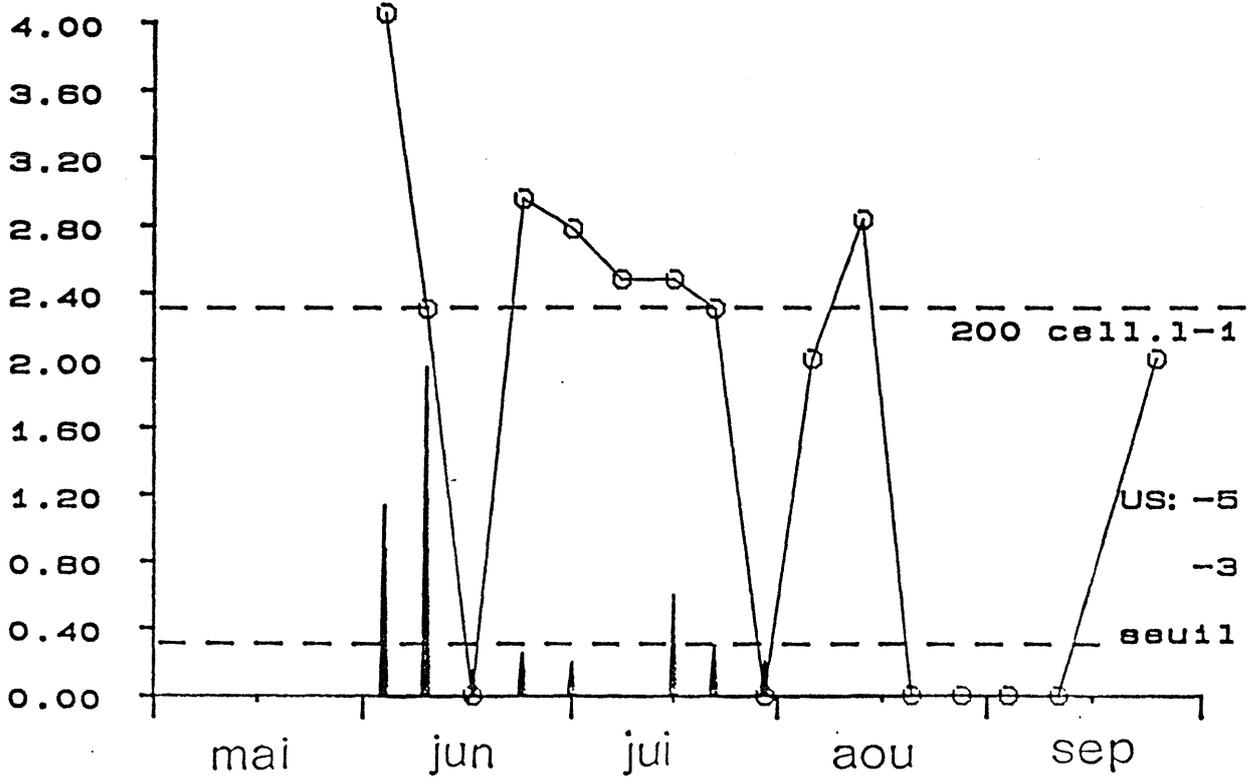


FIGURE 26 : CONCENTRATIONS DANS L'EAU DE *DINOPHYSIS SACCOLUS* ET TOXICITES EN UNITES-SOURIS EN 1986 : AVEN (FINISTERE)

* Belon (fig. 27)

Les pics de toxicité se sont également succédés, mais avec un pic extrêmement élevé (11,5 U.S.) au début, correspondant à une concentration pourtant beaucoup plus faible qu'à Penfoulic ou Aven (4 500 cellules par litre).

Nous retiendrons donc l'apparente disparité des correspondances densité dans l'eau - toxicité. A noter tout de même que dans le cas de Penfoulic, Aven, Belon, les résultats de toxicité n'intègrent pas les densités antérieures qui ne sont pas connues (les points d'alerte ne sont échantillonnés qu'en cas d'alerte), ce qui rend difficile toute interprétation sur ces points particuliers.

Conséquences sanitaires :

Des intoxications ont été signalées suite à l'ingestion de moules des Glénans (environ 15 cas).

Conséquences économiques :

Les durées de fermeture se sont réparties comme suit (voir annexes 1 et 2) :

- Ile de Sein.....	56 jours,
- Audierne - Le Guilvinec.....	15 jours,
- Rivière de Pont l'Abbé.....	30 jours,
- De Pont l'Abbé à Beg Meil + Glénans.....	16 jours (sur au moins une partie du secteur),
- Baie de la Forêt.....	57 jours,
- Entre la baie de la Forêt et l'Aven.....	15 jours,
- Rivière de l'Aven.....	29 jours,
- Rivière du Belon.....	57 jours,
- De la rivière du Belon à la Pointe du Talut.....	15 jours.

Les fermetures ont touché le long de ce littoral, environ 31 établissements d'expédition (avec un préjudice estimé par les professionnels à 1,9 millions de francs) et 16 pêcheurs à pied professionnels.

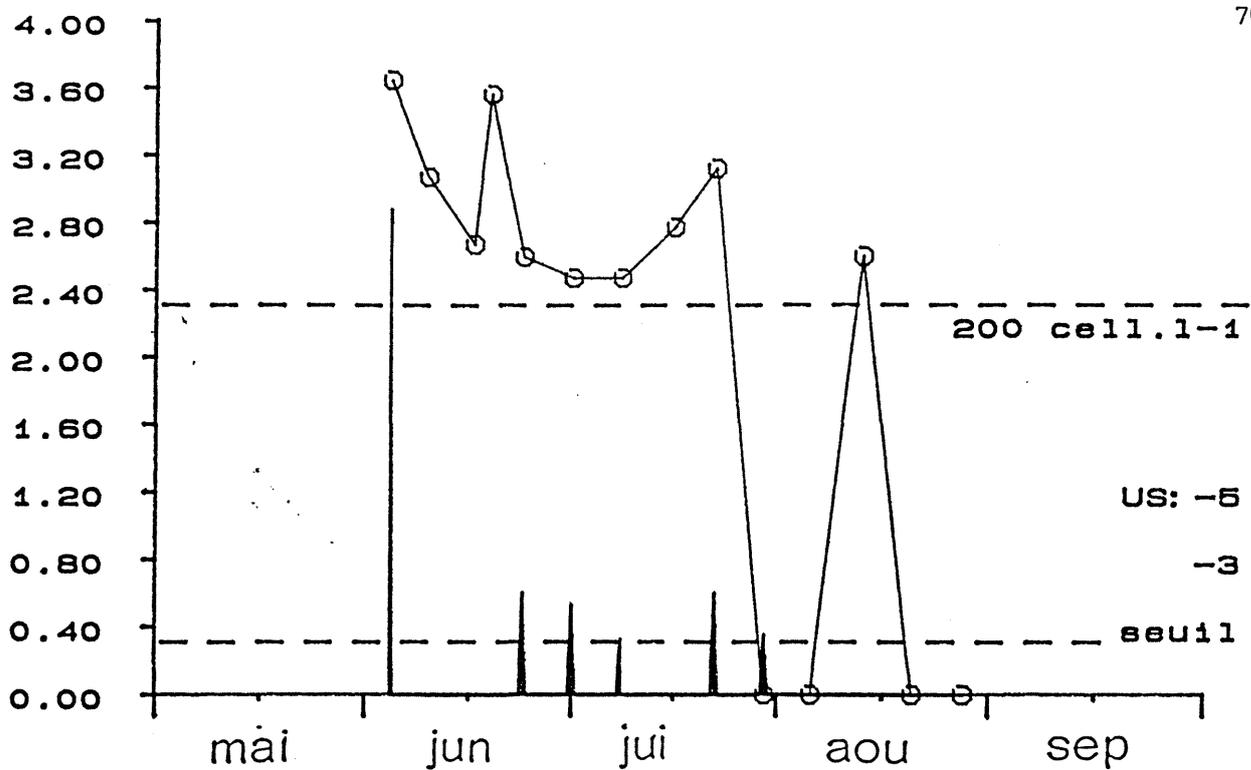


FIGURE 27 : CONCENTRATIONS DANS L'EAU DE *DINOPHYSIS SACCULUS* ET TOXICITES EN UNITES-SOURIS EN 1986 : BELON (FINISTERE)

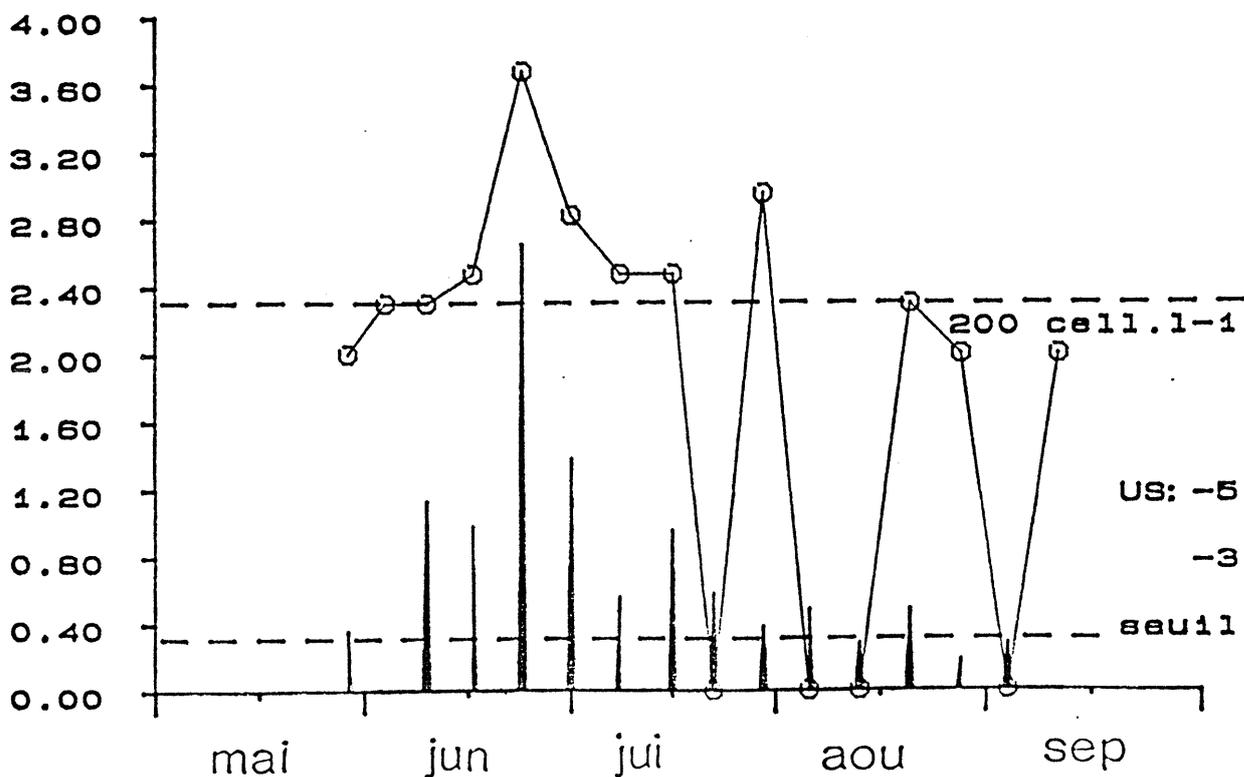


FIGURE 28 : CONCENTRATIONS DANS L'EAU DE *DINOPHYSIS SACCULUS* ET TOXICITES EN UNITES-SOURIS EN 1986 : GROIX NORD (MORBIHAN)

3.4.2. Morbihan (sauf baie de Vilaine) Examen détaillé des résultats

* Groix (fig. 28)

Une concentration relativement peu élevée (maximum 300 cellules par litre) en début de phénomène (fin mai) a donné très vite une toxicité positive assez élevée (jusqu'à 4,59 U.S.). Fin juin, il s'est produit simultanément une augmentation de la densité dans l'eau (4 900 cellules par litre) et une augmentation très importante de la toxicité (10,60 U.S.). Les pics de densité sont dans ce cas relativement bien corrélés avec les pics de toxicité.

* Rade de Lorient - Riantec

La toxicité s'est révélée positive (jusqu'à 3,76 U.S.) de début juin à début juillet, alors que la densité ne dépassait pas 700 cellules par litre. Un pic de 1 700 cellules par litre fin juillet n'a par contre conduit qu'à des toxicités au-dessous du seuil.

* Rivière d'Étel (fig. 29 et 30)

Un pic de densité de 900 cellules par litre sur Étel amont mi-juin a amené à une toxicité positive de 2,72 U.S. fin juin. Ici les deux pics densité-toxicité sembleraient décalés de deux semaines.

Sur le port d'Étel, les densités ont été un peu plus élevées (jusqu'à 1 600 cellules par litre). La corrélation densité-toxicité n'est pas vérifiable dans la mesure où les tests souris n'ont pas été effectués après début juin.

* Belle-Ile (fig. 31)

La densité n'a jamais dépassé 200 cellules par litre, mais la toxicité a atteint un pic de 2,45 U.S.

* De la Baie de Quiberon au Golfe du Morbihan

Les densités sont restées relativement basses (au maximum 300 cellules par litre) dans ce secteur, excepté à Men Er Roué (fig. 32) où elle a atteint un maximum de 1 300 cellules par litre (seuls des prélèvements d'eau peuvent être effectués sur ce point, ce qui explique l'absence de résultats de tests souris).

Sur le reste du secteur : Plouharnel, Rivière de Crach (fig. 33) et Rivière de St Philibert, les tests de toxicité sont toujours restés négatifs.

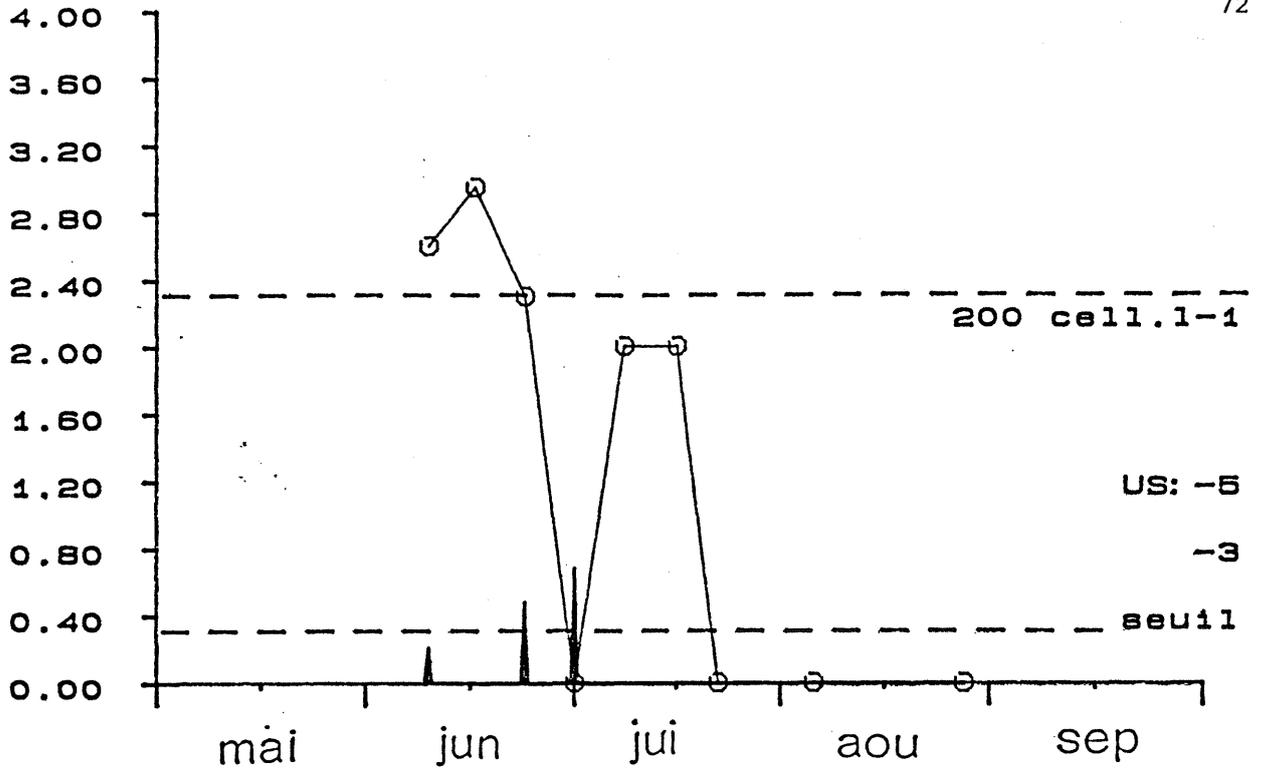


FIGURE 29 : CONCENTRATIONS DANS L'EAU DE *DINOPHYSIS SACCLUS* ET TOXICITES EN UNITES-SOURIS EN 1986 : ETEL AMONT (MORBIHAN)

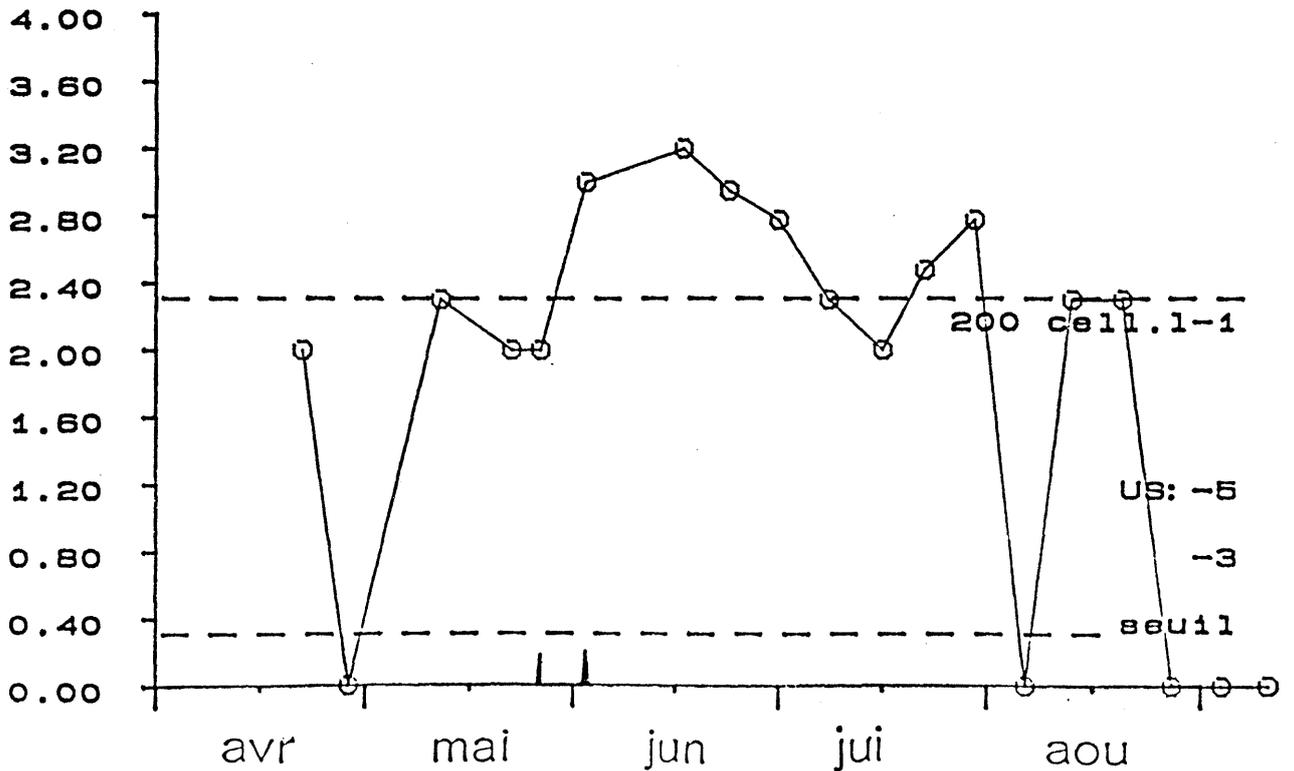


FIGURE 30 : CONCENTRATIONS DANS L'EAU DE *DINOPHYSIS SACCLUS* ET TOXICITES EN UNITES-SOURIS EN 1986 : PORT D'ETEL (MORBIHAN)

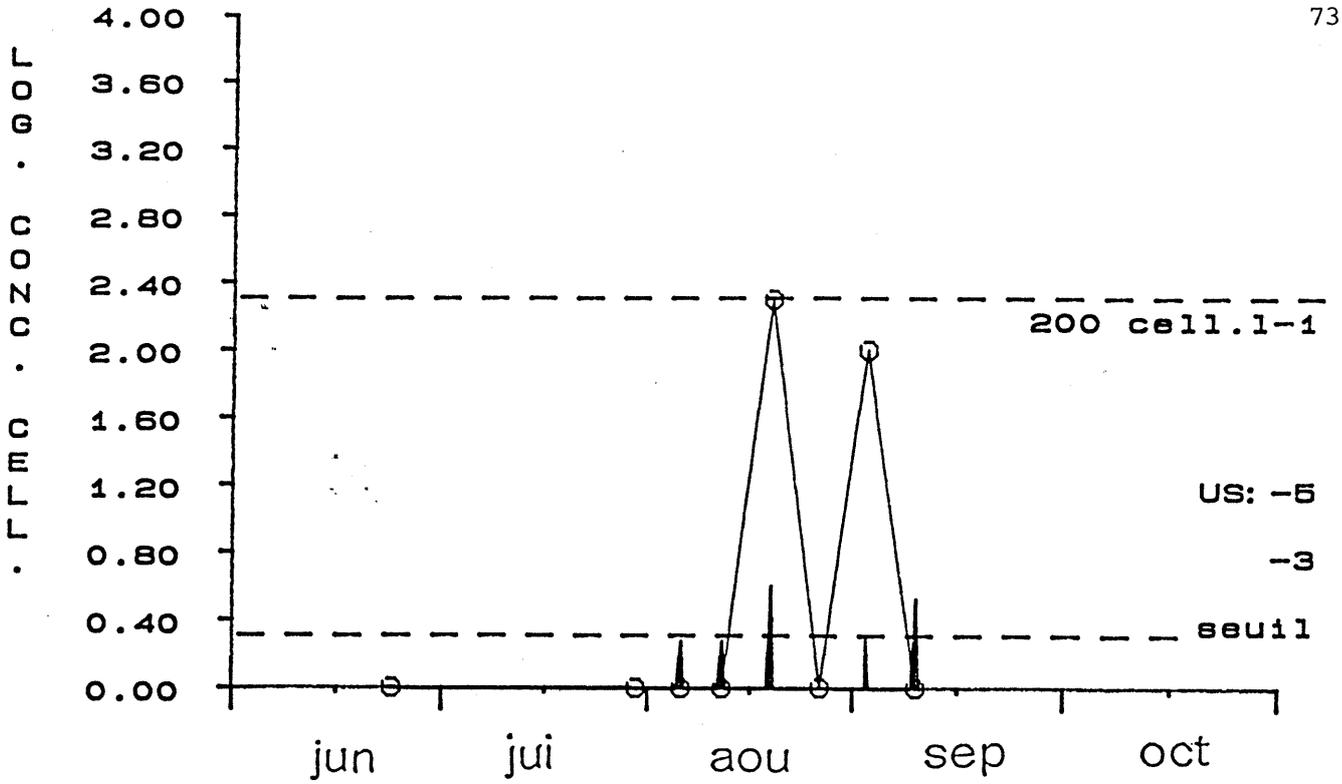


FIGURE 31 : CONCENTRATIONS DANS L'EAU DE *DINOPHYSIS SACCOLUS* ET TOXICITES EN UNITES-SOURIS EN 1986 : BELLE-ILE (MORBIHAN)

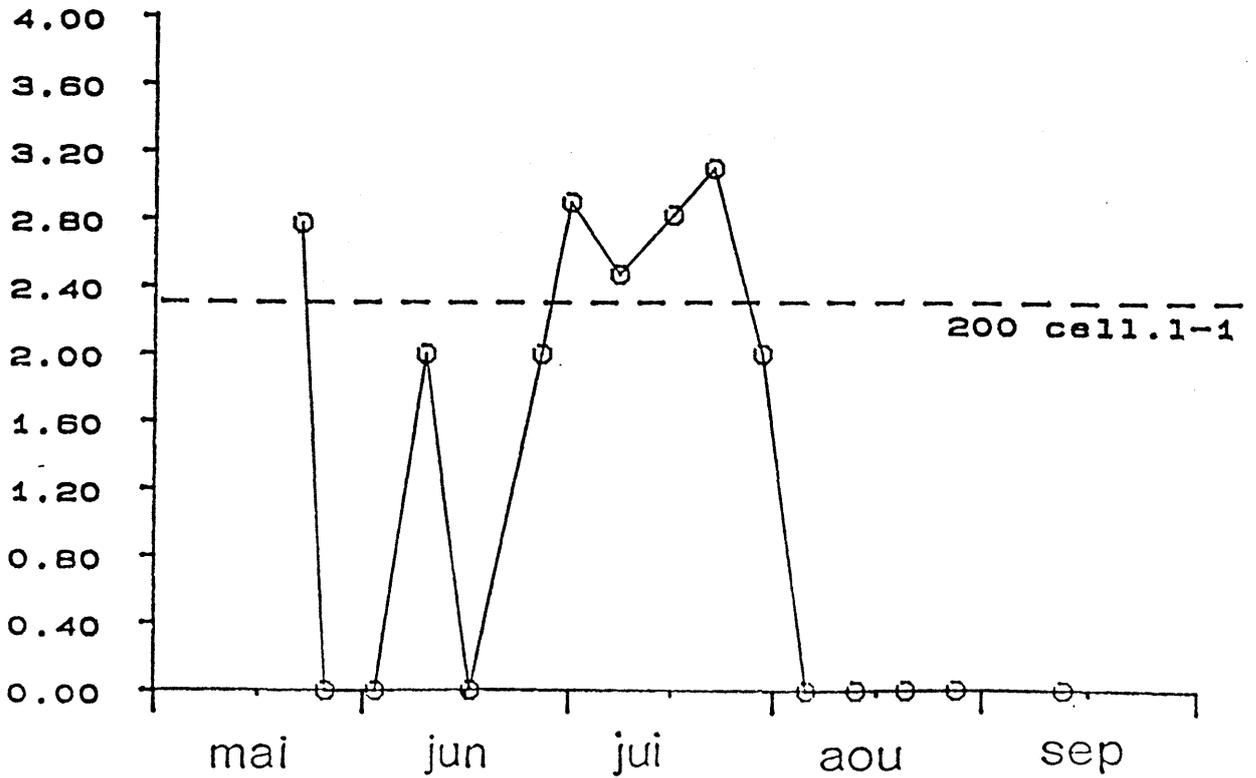


FIGURE 32 : CONCENTRATIONS DANS L'EAU DE *DINOPHYSIS SACCOLUS* EN 1986 : MEN ER ROUE (MORBIHAN)

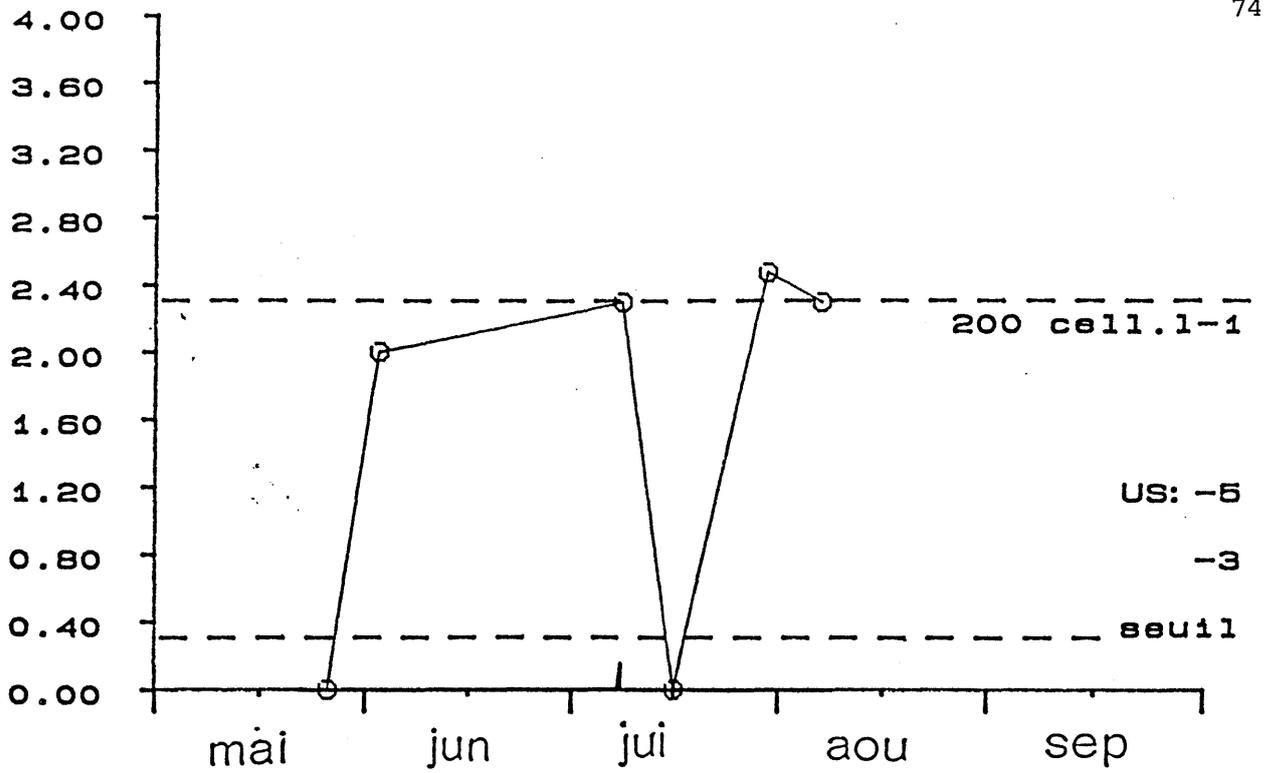


FIGURE 33 : CONCENTRATIONS DANS L'EAU DE *DINOPHYSIS SACCOLUS*
ET TOXICITES EN UNITES-SOURIS EN 1986 : RIVIERE DE CRACH (MORBIHAN)

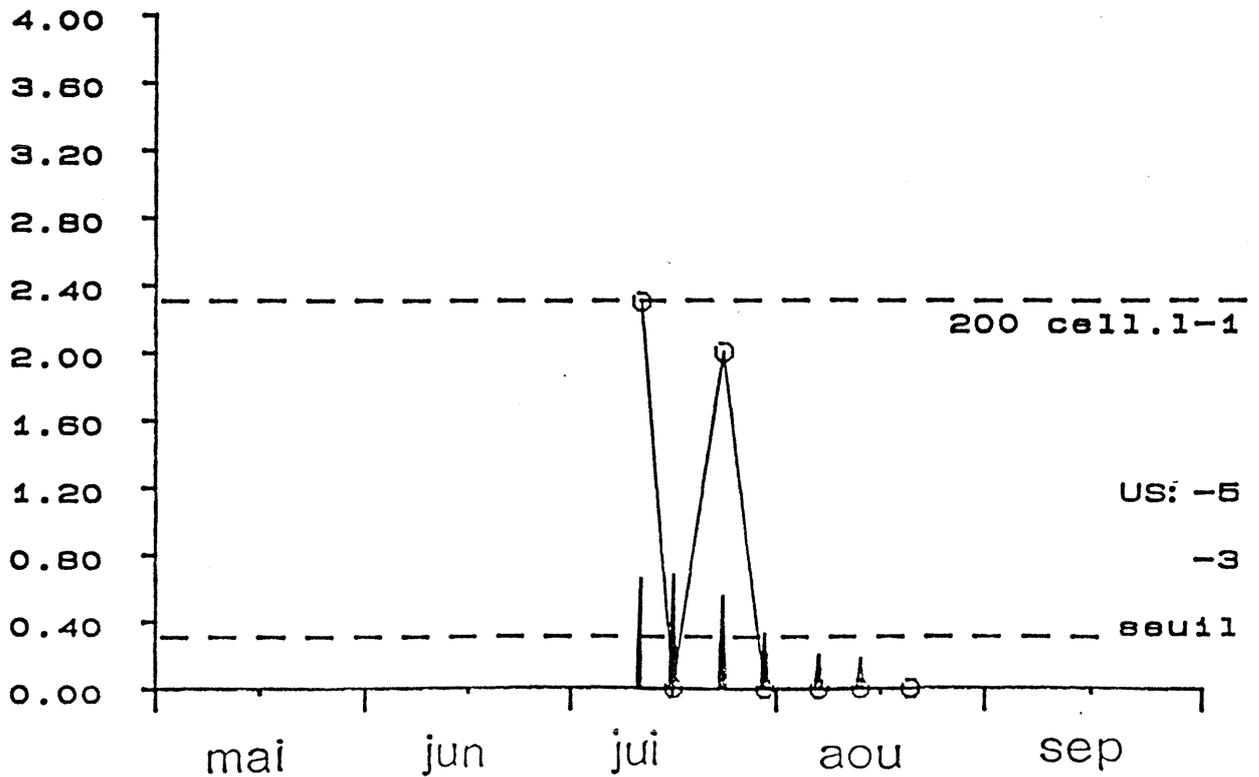


FIGURE 34 : CONCENTRATIONS DANS L'EAU DE *DINOPHYSIS SACCOLUS*
ET TOXICITES EN UNITES-SOURIS EN 1986 : BOURESEAUX (MORBIHAN)

Cette zone est l'une des seules (avec la rivière d'Auray et le Golfe du Morbihan) à n'avoir pas été touchée par des mesures de fermeture sur le littoral du Morbihan.

* Entrée du Golfe de Morbihan - Bouréseaux (fig. 34)

Une densité ne dépassant pas 200 cellules par litre a conduit à une toxicité atteignant 2,76 U.S. et par conséquent à une fermeture de ce secteur.

* Rivière d'Auray et Golfe du Morbihan

La concentration fut au maximum de 300 cellules par litre ; la toxicité s'étant révélée négative, la zone n'a pas été fermée.

* Rivière de Pénerf (fig. 35)

Une succession de pics de densité à partir du début du mois de mai (avec un maximum de 2 300 cellules par litre début juillet) n'a conduit qu'à un seul test positif fin juillet (2,27 U.S.).

Comme pour le littoral du Finistère, les interprétations des résultats sont rendues difficiles du fait de la grande variété des cas. Il faut tout de même noter que la contamination a été plus importante en milieu ouvert (Belle Ile, Groix) que dans les baies et rivières.

Conséquences sanitaires :

Une enquête épidémiologique succincte effectuée par le laboratoire CSRU de La Trinité-sur-Mer a permis d'évaluer à peu près le nombre d'intoxications diarrhéiques (FLEURY, 1987) :

- zones de Groix, Lorient, rivière d'Étel : peu de cas ;
- Belle-Ile : environ 300 cas en juillet et août ;
- Quiberon : quelques cas mi-juillet ;
- Locmariaquer : environ 150 cas mi-juillet.

Les intoxications ont donc été nombreuses. Elles ont touché plus précisément les pêcheurs à pied (touristes...). A noter le nombre particulièrement important à Belle-Ile : ceci est dû au fait que l'alerte n'a été donnée à IFREMER/La Trinité qu'un mois après les premières intoxications (il n'avait pas été prévu d'aller prélever régulièrement à Belle-Ile). On peut se demander alors si la surveillance régulière de points à quelque distance de la côte n'aiderait pas à une détection plus rapide des phénomènes de toxicité.

Il apparaît également certain que l'alternance rapide des mesures de fermeture et de réouverture n'a pas été favorable à la diminution du nombre d'intoxications.

Conséquences économiques :

Les durées de fermeture par secteur ont été les suivantes (voir annexes 1 et 2) :

- Ile de Groix.....	88 jours
(pour le nord de l'Ile - 42 jours si on ne considère que le sud de l'île)	
- De la pointe du Talut à la rivière d'Etel (dont la rade de Lorient).....	57 jours
- Rivière d'Etel.....	24 jours
- Côte ouest Quiberon.....	15 jours
- Belle-Ile.....	29 jours
- Entrée du Golfe.....	21 jours
- Rivière de Penerf.....	6 jours.

Les fermetures ont touché sur ces zones environ 63 établissements d'expédition (parmi les plus touchés : la coopérative de l'Ile de Groix, qui n'a pas pu vendre de l'été, étant donné la durée de fermeture très importante), et 11 pêcheurs à pied professionnels.

3.5. Baie de Vilaine - Pont Mahé - Le Croisic

Des prélèvements ont pu être effectués sur 9 points, dont 3 sont des points de suivi.

Les apparitions de Dinophysis ont eu lieu à partir de la mi-mai, donnant lieu presque aussitôt à des mesures de fermeture sur une grande partie de la zone.

D'une façon générale, les concentrations sont restées le plus souvent inférieures à 1 000 cellules par litre, et n'ont que très rarement dépassé 2 000 cellules, excepté sur les points les plus au large, tels que le point de suivi "ouest Loscolo" (fig. 36). Contrairement à 1985 où la toxicité était toujours restée très faible ou même nulle - pour des concentrations se situant globalement dans la même tranche - en 1986, les tests se sont souvent révélés positifs.

* Kervoyal (fig. 37)

Un premier pic de 300 cellules par litre mi-mai a conduit assez vite à un test positif, puis un deuxième pic de 2 400 cellules par litre a amené une toxicité allant jusqu'à 3,48 U.S.

* Sécé (fig. 38) et Le Halguen (fig. 39)

Des concentrations ayant atteint un maximum de respectivement 700 et 900 cellules par litre ont conduit dans les deux cas à un test positif, mais juste au-dessus du seuil, environ 1 semaine plus tard.

* Pointe du Bile (fig. 40)

La succession de phases de contamination-décontamination dans l'eau a conduit au même phénomène en ce qui concerne les tests de toxicité : les tests positifs ont alterné avec les tests négatifs.

* Mesquer - Pen Bé et Piriac

Des pics de respectivement 500 et 600 cellules par litre pour ces deux zones ont amené immédiatement une toxicité légèrement positive. Celle-ci est très vite redescendue au-dessous du seuil.

* Le Croisic (fig. 41)

Là aussi il y eut une succession de pics de concentrations dans l'eau. Un seul, celui de 1 300 cellules par litre mi-juin, a conduit à un test positif deux semaines plus tard.

La contamination semble donc avoir été plus importante au large de la baie (ouest Loscolo) et au nord (Kervoyal).

De même que sur le reste du littoral sud-breton, l'alternance des toxicités positives et négatives a donné lieu à des fermetures-réouvertures successives.

Conséquences sanitaires :

De nombreux cas d'intoxications ont été signalés au cours de l'été (chiffre non connu). Elles ont, comme dans le reste du Morbihan, touché en grande majorité les consommateurs de coquillages pêchés à pied. On évaluerait à 1 000 ou 2 000 le nombre total de cas dans tout le Morbihan.

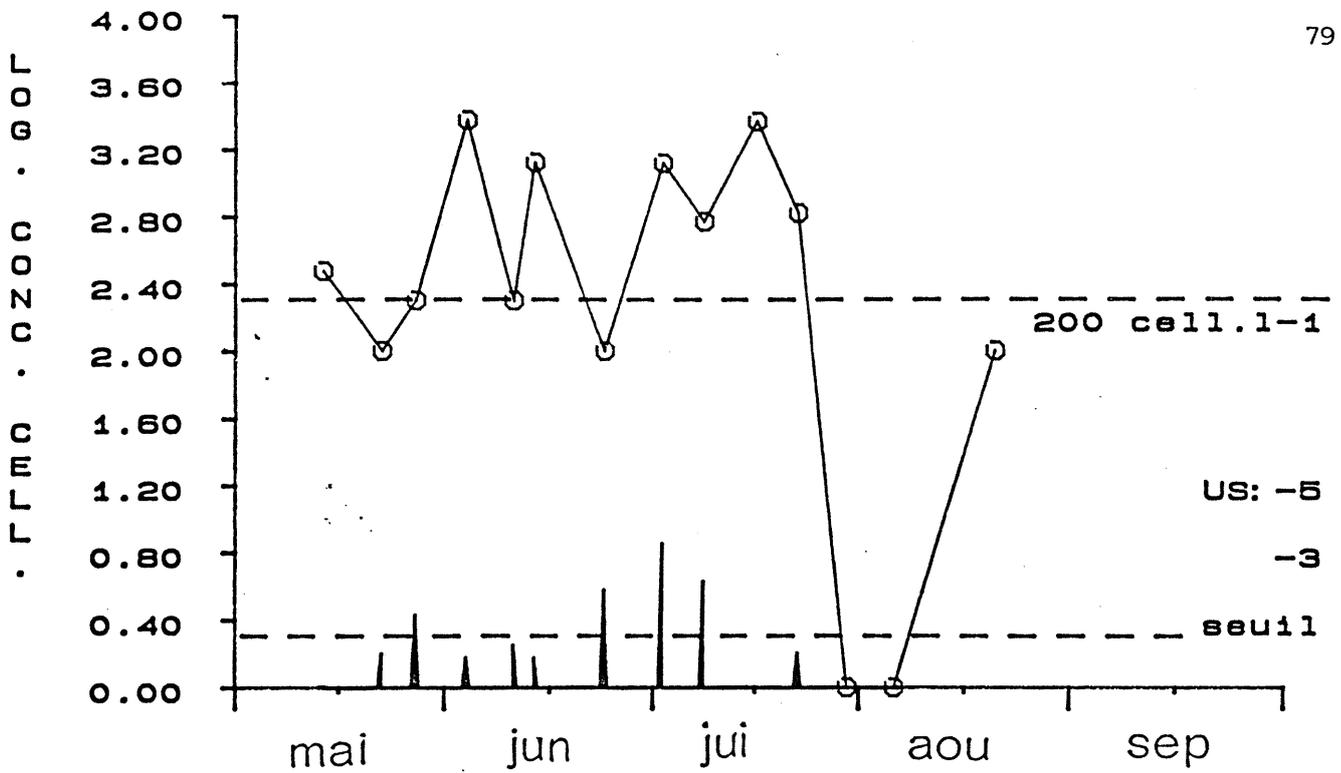


FIGURE 37 : CONCENTRATIONS DANS L'EAU DE *DINOPHYSIS SACCOLUS*
ET TOXICITES EN UNITES-SOURIS EN 1986 : KERVOYAL (MORBIHAN)

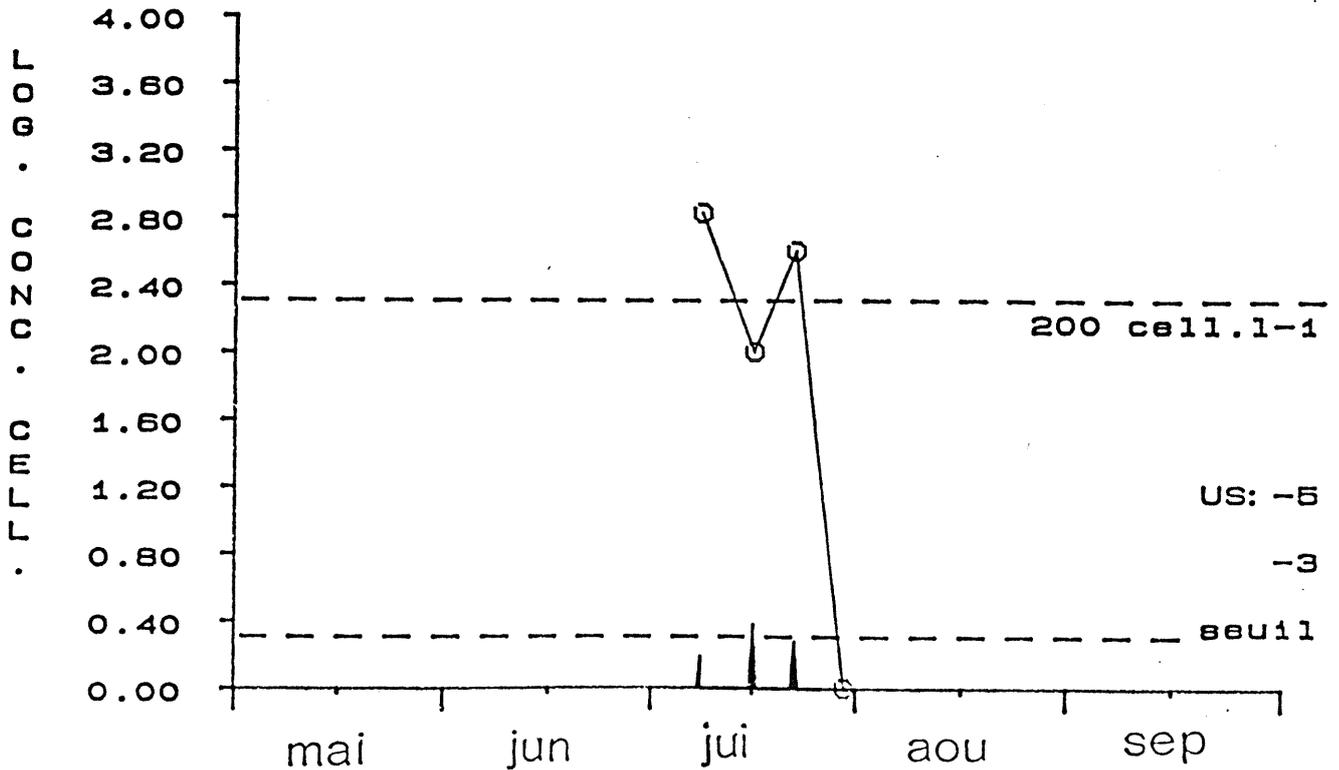


FIGURE 38 : CONCENTRATIONS DANS L'EAU DE *DINOPHYSIS SACCOLUS*
ET TOXICITES EN UNITES-SOURIS EN 1986 : SECE (MORBIHAN)

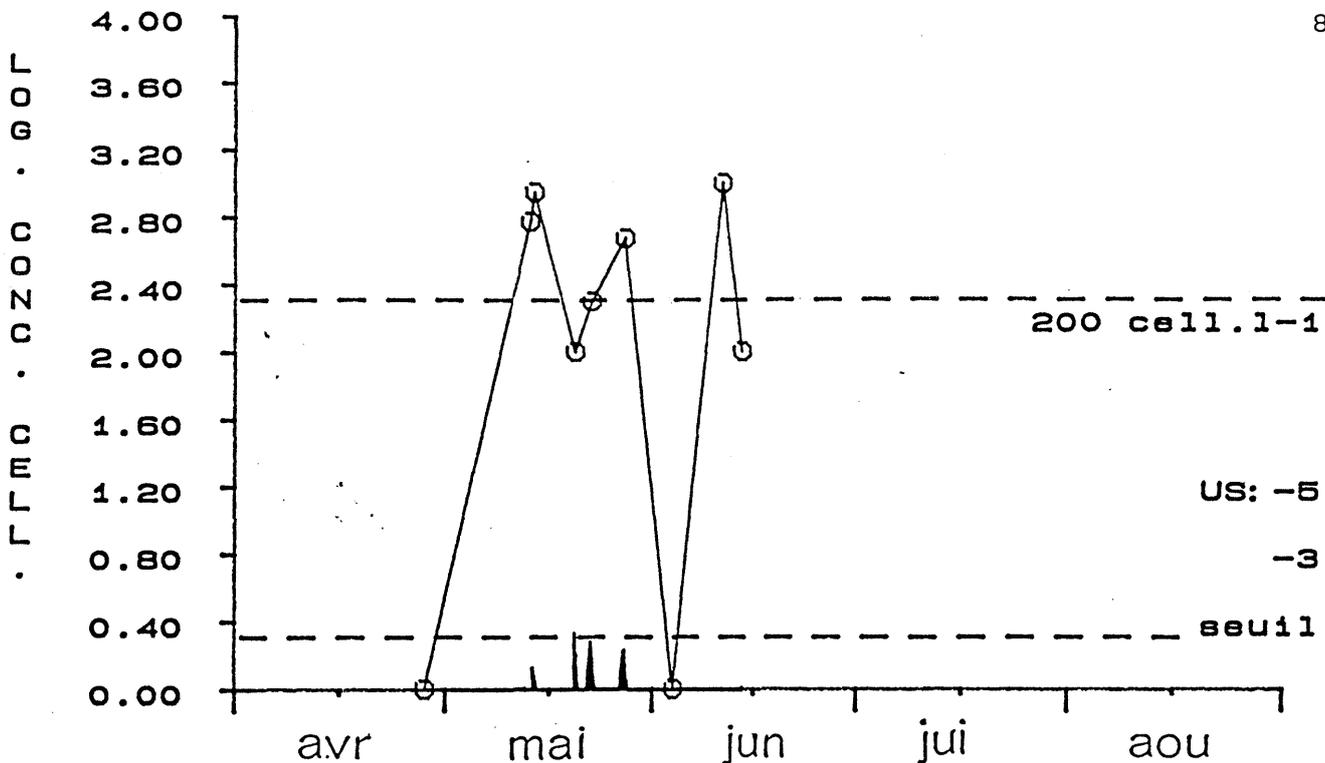


FIGURE 39 : CONCENTRATIONS DANS L'EAU DE *DINOPHYSIS SACCULUS*
ET TOXICITES EN UNITES-SOURIS EN 1986 : LE HALGUEN (MORBIHAN)

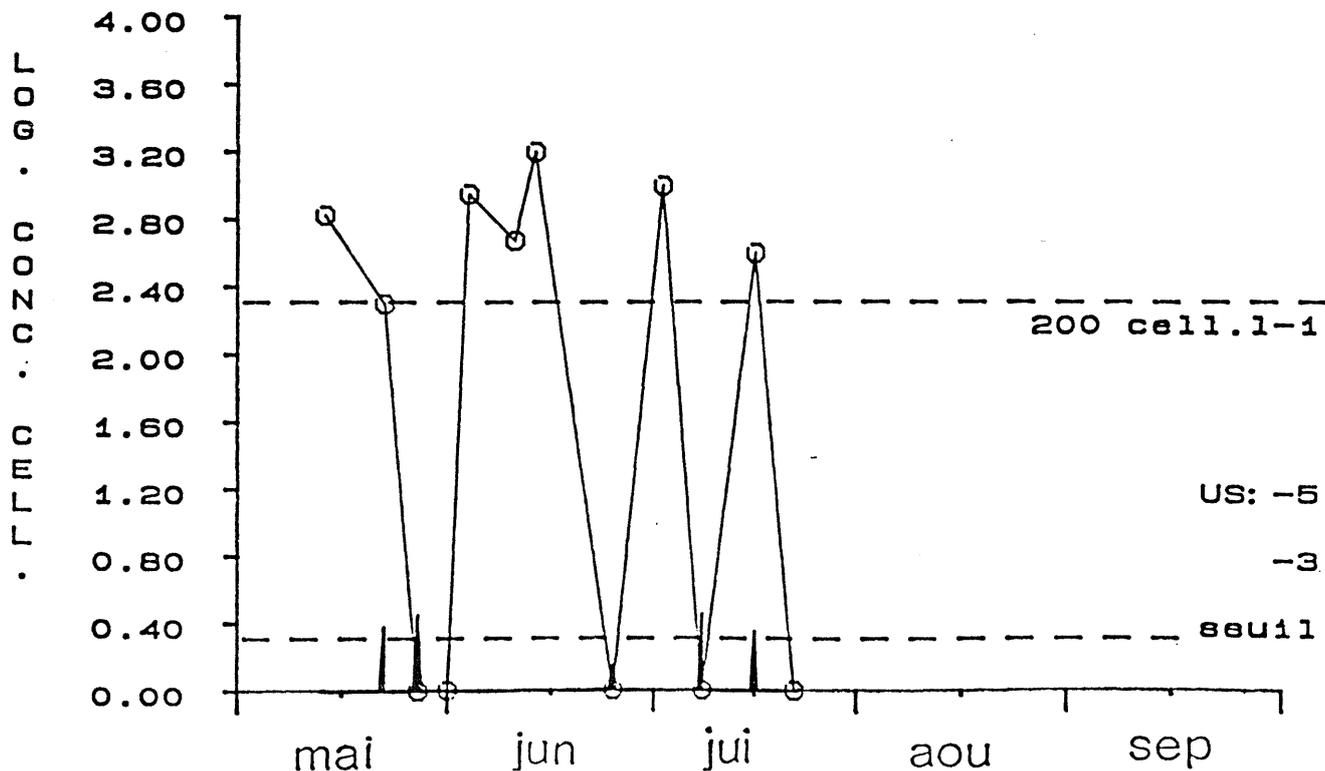


FIGURE 40 : CONCENTRATIONS DANS L'EAU DE *DINOPHYSIS SACCULUS*
ET TOXICITES EN UNITES-SOURIS EN 1986 : POINTE DU BILE
(MORBIHAN - LOIRE ATLANTIQUE)

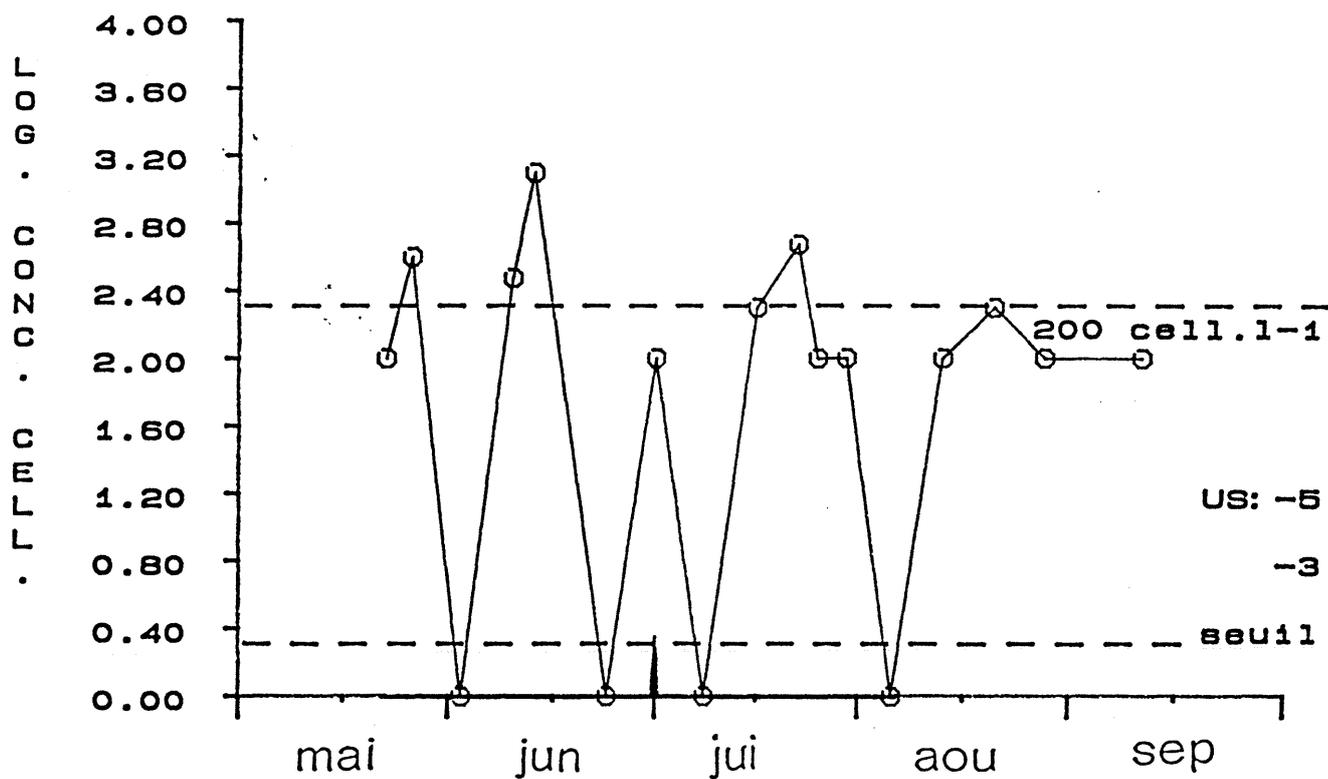


FIGURE 41 : CONCENTRATIONS DANS L'EAU DE *DINOPHYSIS SACCOLUS*
 ET TOXICITES EN UNITES-SOURIS EN 1986 : LE CROISIC (LOIRE-ATLANTIQUE)

Conséquences économiques :

Les durées de fermeture se sont réparties comme suit (voir annexes 1 et 2) :

- de la pointe de Penerf à la pointe de Kervoyal.....	29 jours
- de la pointe de Kervoyal à la Pointe de Pen-Lan.....	57 jours
- de la pointe de Pen-Lan à la pointe de Cofreneau (fond de la baie).....	62 jours
- de la pointe de Cofreneau à la pointe de Loscolo.....	69 jours
- Ile de Bel-Air.....	47 jours
- de la pointe de Loscolo à la pointe de Pen Bé.....	42 jours
- de la pointe de Pen Bé à la pointe du Castelli.....	27 jours
- de la Turballe au Croisic.....	8 jours.

Ces fermetures ont touché environ 124 établissements d'expédition, et 3 pêcheurs à pied professionnels, seulement pour ce qui concerne les secteurs décrits ci-dessus. La production en baie de Vilaine pour 1986 devait osciller entre 1 800 et 2 000 tonnes de coquillages.

Le préjudice financier, cette fois pour l'ensemble du Morbihan, a été évalué par les professionnels eux-mêmes à 3,5 millions de francs.

3.6. Autres zones

* En baie d'Yves (Charente-Maritime), on a observé des concentrations allant jusqu'à 200 cellules par litre de fin mai à fin août.

* Dans le bassin d'Arcachon, des densités atteignant jusqu'à 700 cellules par litre entre fin avril et fin mai ont été signalées.

* Dans le golfe de Fos (Bouches-du-Rhône), des développements de *Dinophysis* ont eu lieu en juillet, puis en octobre (jusqu'à 900 cellules par litre).

* Dans les étangs de Diana et d'Urbino (Corse), on a observé des développements en avril (jusqu'à 1 100 cellules par litre), puis en juillet, puis en décembre.

Il faut noter qu'en Méditerranée, les périodes d'apparition de *Dinophysis* semblent beaucoup plus étalées dans l'année. Nulle part ailleurs,

en effet, cette année, on n'a observé de développement avant la fin avril et après le mois de septembre. Une seule exception : l'embouchure de la rivière d'Etel (Morbihan) où les concentrations ont oscillé entre zéro et 200 cellules par litre à partir de la mi-janvier.

Dans toutes ces zones, les toxicités ont toujours été négatives. Aucun cas d'intoxication n'a été signalé. Par conséquent, aucune mesure de fermeture n'y a été prononcée.

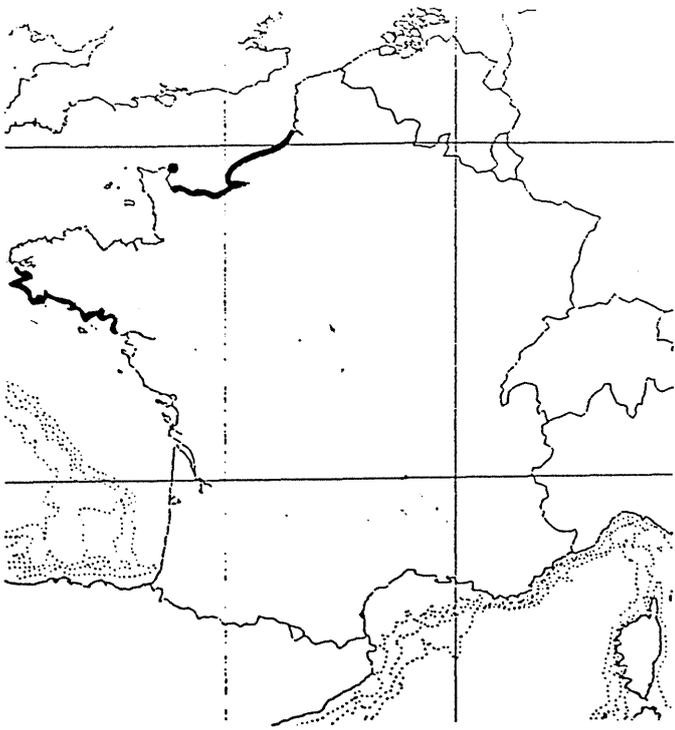
3.7. Conclusion

L'année 1986 aura été marquée par (fig. 42) :

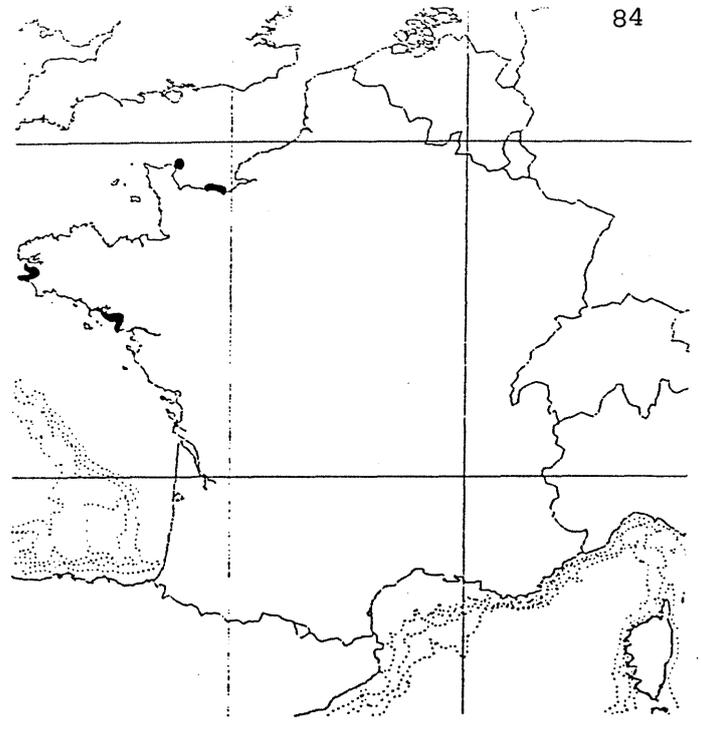
- * Des durées de fermetures très longues, non seulement en baie de Douarnenez comme en 1985, mais aussi sur plusieurs secteurs de Bretagne sud (Groix, etc.)
- * Un nombre d'intoxications peut être aussi important qu'en 1984 (autour de 2 000), alors qu'en 1985, on n'avait signalé qu'environ 10 cas.
- * Un nombre également important d'établissements d'expédition touchés par la fermeture : environ 220, c'est-à-dire beaucoup plus qu'en 1985 (15), et même qu'en 1984 (92). Le nombre approximatif de pêcheurs à pied professionnels touchés est par contre moins important que les années passées : environ 48 (contre 452 en 1984, et 275 en 1985), ce qui peut s'expliquer par la réduction notable du nombre de pêcheurs inscrits au casier sanitaire.
- * Un préjudice financier évalué par les professionnels à environ 5,4 millions de francs pour l'ensemble du littoral sud-breton.

La succession trop rapide des fermetures-réouvertures, due à une méconnaissance des phénomènes de contamination-décontamination, a créé cette année une certaine confusion. Plusieurs nécessités apparaissent ainsi clairement :

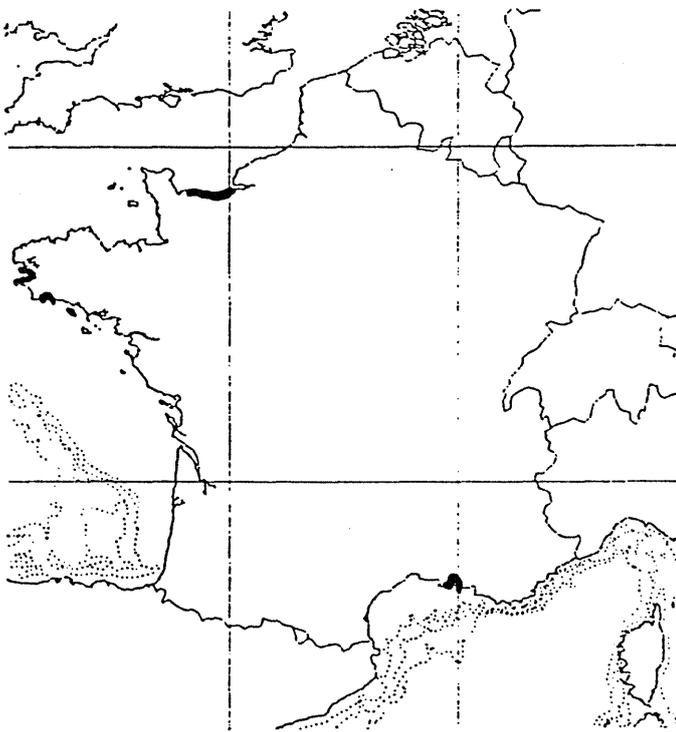
- * Les points de prélèvement ne sont pas assez représentatifs d'une zone précise. A la lumière de l'expérience des années passées, il deviendrait urgent d'établir une correspondance entre un point de prélèvement et un secteur bien délimité du littoral.
- * La preuve a été faite qu'un seul test souris négatif après une période de contamination ne suffisait pas à garantir la non-toxicité des produits. Il apparaît ainsi nécessaire d'attendre deux test négatifs successifs avant de réouvrir un secteur, et d'établir une procédure décrivant les mesures à prendre afin d'éviter les délais trop longs entre le résultat de l'analyse et la prise de décision par les autorités administratives. Il serait également souhaitable de réglementer de façon homogène la circulation de l'information.



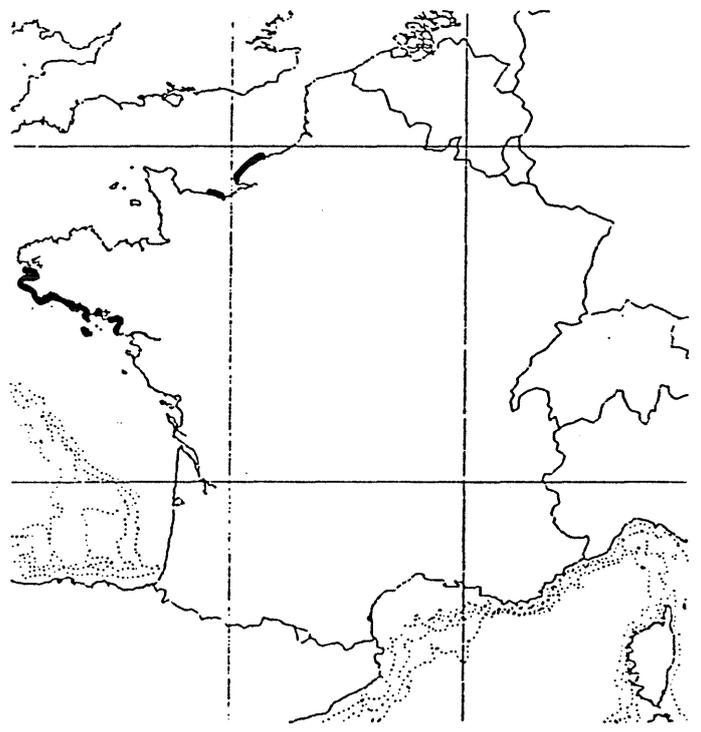
1983



1984



1985



1986

FIGURE 42 : SECTEURS FERMES POUR CAUSE
DINOPHYSIS DE 1983 A 1986

* Un réseau de surveillance épidémiologique, pour compléter le réseau de surveillance phytoplanctonique, pourrait être utile, au moins dans les secteurs régulièrement touchés. En effet, les déclarations d'intoxications diarrhéïques ne sont pas obligatoires et il est toujours difficile d'avoir des informations fiables. Sensibilisée par ce problème, la D.D.A.S.S. du Morbihan espère pouvoir mettre en place pour 1987, un réseau de médecins sentinelles. L'exemple de Belle-Ile montre qu'il serait parfois souhaitable de se baser sur l'apparition de gastro-entérites en nombre, pour déclencher une mesure administrative de fermeture sans attendre les résultats d'analyse.

L'échec de la culture de *Dinophysis* empêche actuellement une étude plus poussée de la contamination ; les études à venir sont donc essentiellement orientées vers les phases de décontamination. Les essais en cours, aussi bien sur la décontamination en milieu ouvert avec absence présumée de *Dinophysis*, que sur la décontamination préalable des eaux en bassin par différents types de procédés (oxygénation, UV, chloration, etc.) doivent être poursuivis.

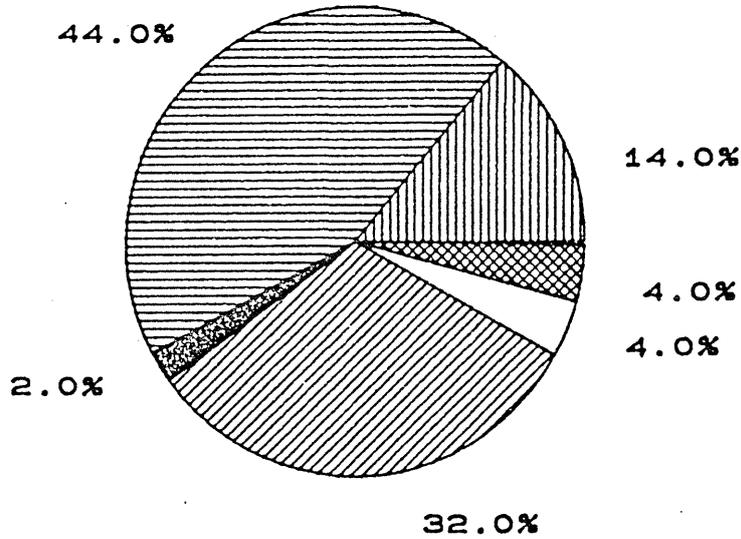
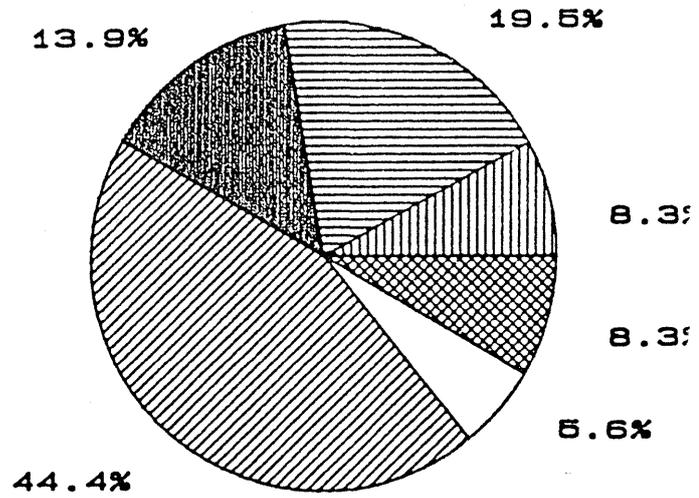
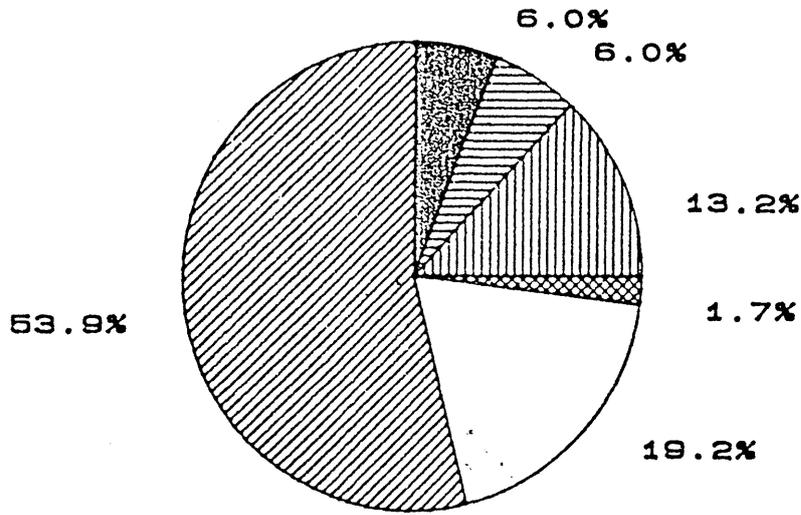
CONCLUSION GENERALE

* On a observé, en 1986, 50 perturbations, qu'elles soient du type "eaux colorées" ou qu'elles soient du type "toxique". L'examen de la répartition de ces perturbations (fig. 43) montre que :

- le pourcentage des perturbations a diatomées, après avoir chuté en 1985, est revenu à un niveau identique à celui des 10 années de référence (moyenne 1975-1984) ;
- *Gyrodinium aureolum* et *Gyrodinium spirale* sont en très nette diminution ;
- le pourcentage de perturbations causées par *Dinophysis* semble avoir augmenté notablement : ceci pourrait être dû en partie à la multiplicité des secteurs touchés à des moments différents, même si ces secteurs étaient contigus. En réalité, le phénomène est plus important qu'il n'y paraît : en effet, le calcul de la somme des durées des perturbations donne 1581 jours pour *Dinophysis*, alors qu'elle n'est que de 95 jours pour l'ensemble des autres perturbations ;
- les perturbations causées par d'autres espèces sont restées à un niveau sensiblement égal à celui de 1985.

* En ce qui concerne les développements de dinoflagellés neurotoxiques, même s'il n'en a pas encore été observé en France, il est nécessaire de rester très vigilant. Une étude a été lancée par le Laboratoire EBN ⁽¹⁾/DERO.MR, portant sur le cycle de contamination-décontamination de *Protogonyaulax tamarensis*. En effet, une meilleure connaissance des cinétiques de contamination-décontamination permettra sûrement de mieux appréhender le phénomène si jamais une espèce neurotoxique venait à se développer en France.

(1) "Effets Biologiques des Nuisances".



-  Diatomees
-  Dinophysis
-  Gyrodinium aureolum et Gyrodinium spirale
-  Autres dinoflagelles
-  Autres
-  Indeterminees

FIGURE 43 : REPARTITION DES GROUPES PHYTOPLANCTONIQUES

AYANT PROVOQUE :

- DES EAUX COLOREES,
- DES PERTURBATIONS AVEC CONSEQUENCES.

(en nombre de perturbations x espèces)

RECAPITULATIF DES ARRETES DE

 FERMETURE - REOUVERTURE POUR CAUSE

 DINOPHYSIS EN 1986

 (Suite)

ZONES	DECISIONS PRISES	DATE D'EFFET	N° DE L'ARRETE
	Fermeture de la pointe de Beg Meil à la pointe du Cabellou (baie de la Foret)	04.07	n° 108/86 du 04.07 DRAM RENNES
	Réouverture partielle la rivière d'Etel en amont de la barre d'Etel	11.07	n° 111/86 du 11.07 DRAM RENNES
	Restent fermés		
BAIE	. Ile de Sein		
D'AUDIERNE	. Baie de la Forêt		
AU GOLFE DU	. Rivière du Belon		
MORBIHAN	. Ile de Groix		
Y COMPRIS :	. De la pointe du Talut à la la rivière d'Etel (non comprise)		
- SEIN	Fermeture la rivière de Pont l'Abbé en amont de l'embouchure délimitée par le méridien 4°10' Ouest	11.07	n° 112/86 du 11.07 DRAM RENNES
- BELLE ILE	Fermeture rivière de l'Aven en amont d'une ligne : pointe de Beg Er Vechen (Port Manech) - pointe de Riec (Riec sur Belon)	18.07	n° 119/86 du 18.07 DRAM RENNES
- GROIX	Fermeture Entrée du Golfe du Morbihan, à terre d'une ligne :	18.07	n° 120/86 du 18.07 DRAM RENNES
(Suite)	. pointe de Toul Ar Rher . balise de Bouréseaux . balise du Rolay . pointe de Kerpentir		

RECAPITULATIF DES ARRETES DE

 FERMETURE - REOUVERTURE POUR CAUSE

 DINOPHYSIS EN 1986

 (Suite)

ZONES	DECISIONS PRISES	DATE D'EFFET	N° DE L'ARRETE
	Réouverture partielle . la rivière de Pont l'Abbe . la rivière de l'Aven . de la pointe du Talut à la rivière d'Étel	31.07	n° 124/86 du 31.07 DRAM RENNES
BAIE	Réouverture partielle . île de Sein . la rivière du Belon . entrée du golfe du Morbihan	07.08	n° 125/86 du 07.08 DRAM RENNES
D'AUDIERNE			
AU GOLFE DU	Restent fermés . de la pointe de Beg Meil à la pointe du Cabellou (baie de la forêt) . île de Groix		
MORBIHAN			
Y COMPRIS :			
- SEIN	Réouverture totale des 2 secteurs restés fermés et décrits ci-dessus	14.08	n° 126/86 du 14.08 DRAM RENNES
- BELLE ILE			
- GROIX	Fermeture littoral de Belle Ile	22.08	n° 127/86 du 22.08 DRAM RENNES
(Suite)	Fermeture nord de l'île de Groix (mêmes limites que lors de la fermeture du 03.06)	22.08	n° 128/86 du 22.08 DRAM RENNES
	Réouverture partielle nord de l'île de Groix	29.08	n° 132/86 du 29.08 DRAM RENNES
	Réouverture totale du secteur de Belle Ile	19.09	n° 145/86 du 19.09 DRAM RENNES

RECAPITULATIF DES ARRETES DE

 FERMETURE - REOUVERTURE POUR CAUSE

 DINOPHYSIS EN 1986

 (Suite)

ZONES	DECISIONS PRISES	DATE D'EFFET	N° DE L'ARRETE
BAIE DE VILAINE ET NORD LOIRE ATLANTIQUE	Fermeture de la pointe du Cloedeneu (commune de Penestin) à la pointe du Castelli (commune de Piriac) en passant par l'île de Belair	23.05	Arrêtés conjoints : n° 72/86 DRAM RENNES et n° 27/86 DRAM NANTES du 23.05
	Fermeture de la pointe de Kervoyal à la pointe de Cloedeneu	30.05	n° 76/86 du 30.05 DRAM RENNES
	Réouverture partielle de la pointe de Kervoyal à la pointe de Cloedeneu		
	Reste fermé de la pointe du Cloedeneu à la pointe du Castelli	18.06	n° 90/86 du 18.06 DRAM RENNES
	Réouverture totale du secteur décrit ci-dessus	18.06	Arrêtés conjoints : n° 91/86 DRAM RENNES et n° 31/86 DRAM NANTES du 18.06
	Fermeture de la pointe de Penerf à la pointe de Loscolo	27.06	n° 101/86 du 27.06 DRAM RENNES
	Fermeture de la jetée du port de la Turballe à la jetée du port du Croisic	03.07	n° 42/86 du 03.07 DRAM NANTES
	Réouverture partielle de la jetée du port de la Turballe à la jetée du port du Croisic	10.07	n° 44/86 du 10.07 DRAM NANTES
	Reste fermé de la pointe de Penerf à la pointe de Loscolo		

RECAPITULATIF DES ARRETES DE
 -:~::~:-
 FERMETURE - REOUVERTURE POUR CAUSE
 -:~::~:-
 DINOPHYSIS EN 1986
 -:~::~:-
 (Suite)

ZONES	DECISIONS PRISES	DATE D'EFFET	N° DE L'ARRETE
BAIE DE VILAINE ET NORD LOIRE ATLANTIQUE (Suite)	Fermeture de la limite départementale Morbihan - Loire Atlantique à la pointe de Pen Bé (Baie de Pont Mahé)	10.07	n° 46/86 du 10.07 DRAM NANTES
	Fermeture de la pointe de Loscalo à la limite départementale Morbihan - Loire Atlantique en passant par l'île de Belair	11.07	n° 113/86 du 11.07 DRAM RENNES
	Réouverture partielle Baie de Pont Mahé Reste fermé de la pointe de Penerf à la limite départementale Morbihan - Loire Atlantique	24.07	n° 48/86 du 24.07 DRAM NANTES
	Fermeture la rivière de Penerf en amont d'une ligne : pointe de Penvins pointe de Penerf	25.07	n° 121/86 du 25.07 DRAM RENNES
	Réouverture partielle . de la pointe de Penerf à la pointe de Pen Lan . de la pointe de Loscolo à la limite départementale Morbihan - Loire Atlantique Reste fermé de la pointe de Pen Lan à la pointe de Loscolo en passant par l'île de Belair	25.07	n° 122/86 du 25.07 DRAM RENNES

RECAPITULATIF DES ARRETES DE
 -:-:-:-:-
 FERMETURE - REOUVERTURE POUR CAUSE
 -:-:-:-:-
 DINOPHYSIS EN 1986
 -:-:-:-:-
 (Suite)

ZONES	DECISIONS PRISES	DATE D'EFFET	N° DE L'ARRETE
BAIE DE VILAINE ET NORD LOIRE ATLANTIQUE	<i>Réouverture totale</i> des 2 secteurs restés fermés et décrits ci-dessus	30.07	n° 123/86 du 30.07 DRAM RENNES

REPRESENTATION SCHEMATISEE DES DUREES
DE FERMETURE LE LONG DU LITTORAL

1. NORMANDIE

SEINE-MARITIME

12/08 10/10

Le Dun.....I.....
Cap d'Antifer.....I.....

CALVADOS

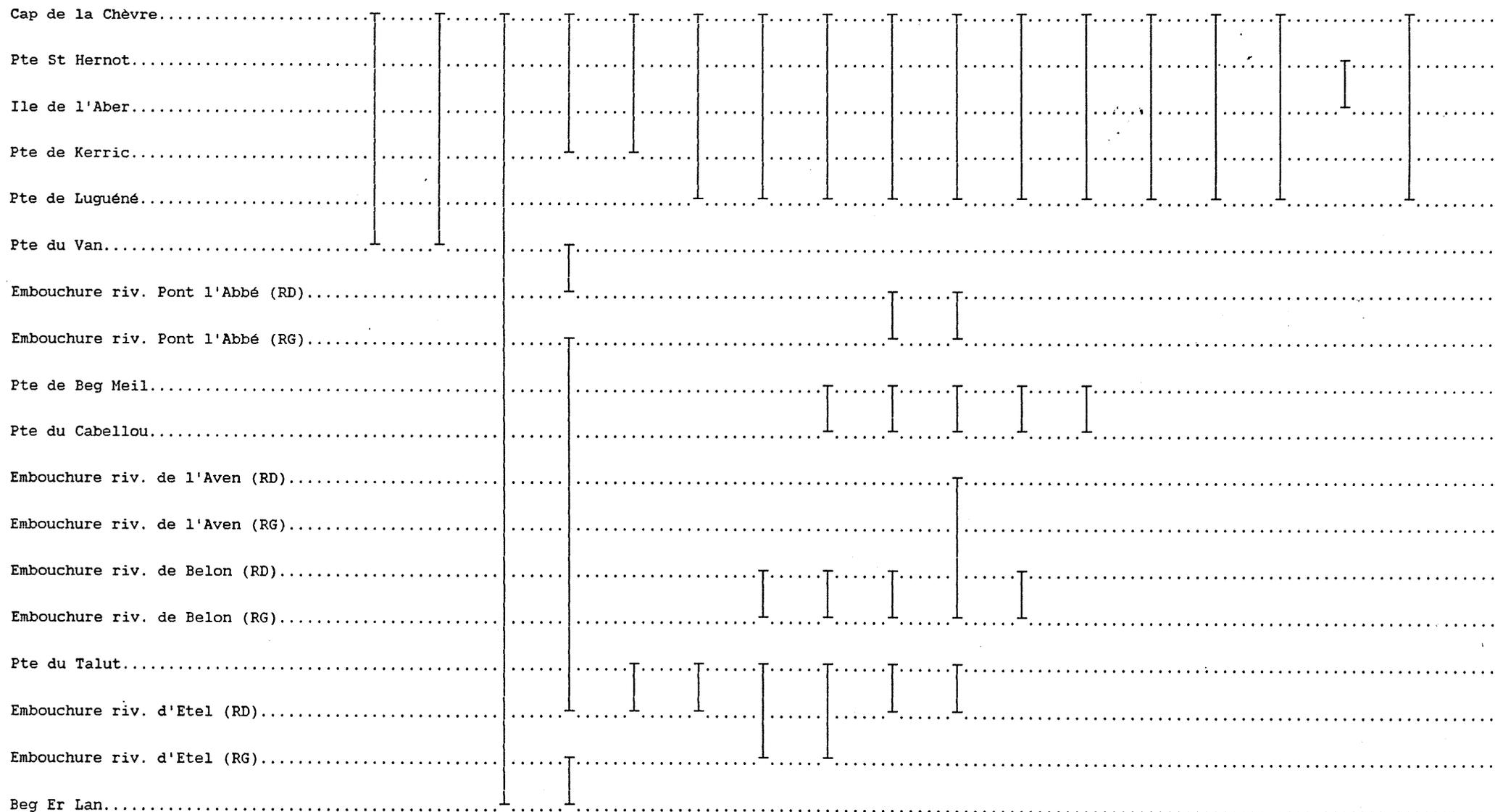
19/07 10/10

Ouistreham.....I.....
Courseulles.....I.....

REPRESENTATION SCHEMATISEE DES DUREES
DE FERMETURE LE LONG DU LITTORAL

2. FINISTERE - MORBIHAN (SAUF BAIT DE VILAINE)

16/05 03/06 05/06 13/06 19/06 20/06 27/06 04/07 11/07 18/07 31/07 07/08 14/08 22/08 29/08 04/09 19/09 26/09



16/05 03/06 05/06 13/06 19/06 20/06 27/06 04/07 11/07 18/07 31/07 07/08 14/08 22/08 29/08 04/09 19/09 26/09

).....
 Ile de Sein)
).....

).....
 Iles des Moutons)
).....

).....
 Iles des Glénans)
).....
).....

).....
 Groix - Partie nord)
).....
 Groix - Partie sud)
).....

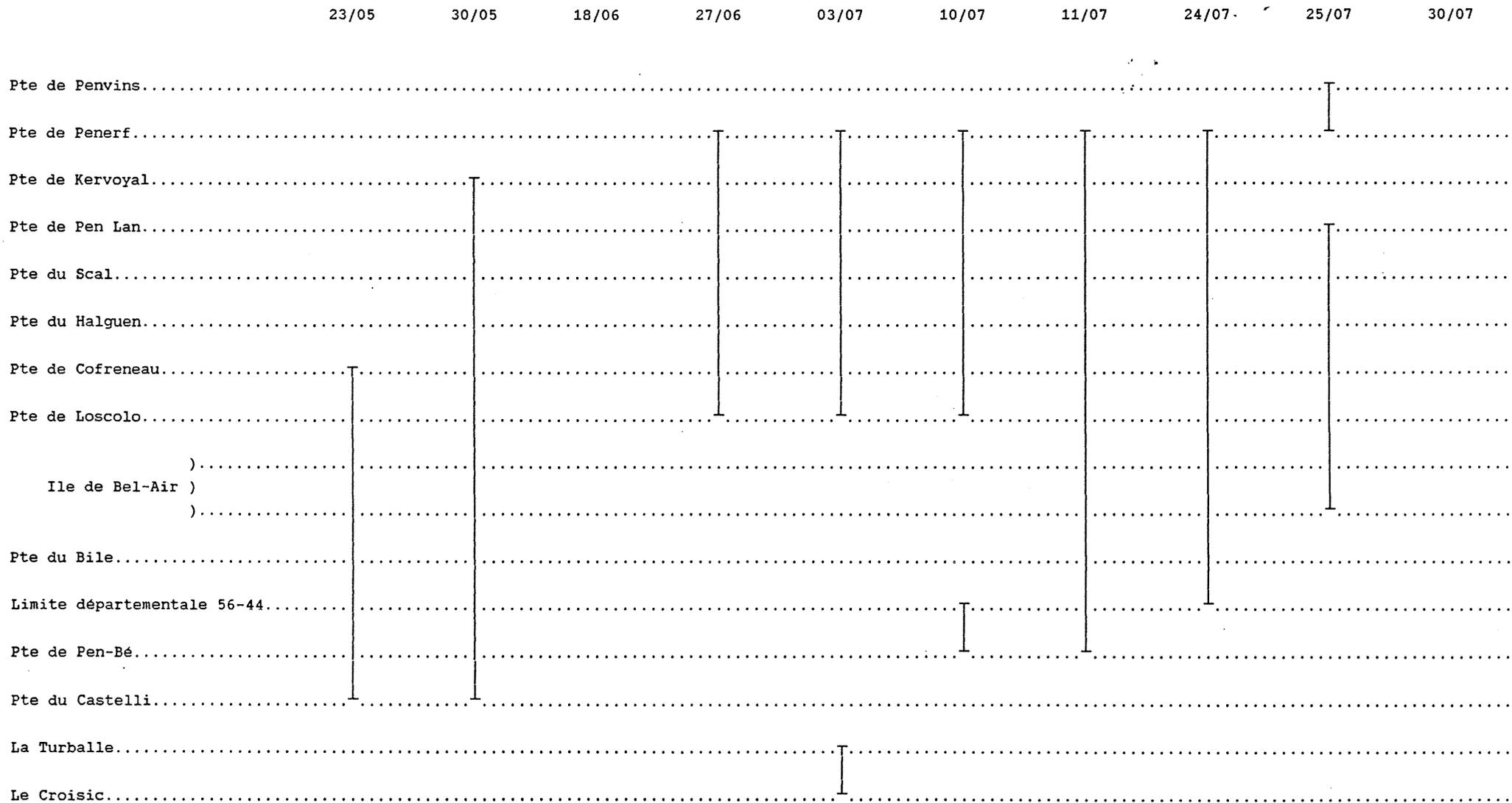
).....
 Belle-Ile)
).....

Pte Toul Ar Rher (entrée du Golfe).....

Pte Kerpenhir (entrée du Golfe).....

REPRESENTATION SCHEMATISEE DES DUREES
DE FERMETURE LE LONG DU LITTORAL

3. BAIE DE VILAINE



BIBLIOGRAPHIE

FLEURY (P.G.), 1987.- Bilan du suivi Dinophysis, été 1986, dans le Morbihan ; perspectives 1987.- Rapport interne PGF/EL/CSRU n° 019/87 : 22 p.

LASSUS (P.) et BARDOUIL (M.), 1986.- Distribution du Dinoflagellé Dinophysis sur les côtes françaises. Données taxonomiques récentes.- Rapport IFREMER DERO - 86.10 - MR : 9 p.

LASSUS (P.) et BERTHOME (J.P.), 1986.- Toxicité des moules : étude de la décontamination PSP et DSP *in vitro et in situ*.- Rapport IFREMER DERO - 86.13 - MR/DRV-86.01-SR : 36 p.