

## ETUDE HYDROBIOLOGIQUE DU BASSIN DE MARENNES-OLERON UN EXEMPLE : LA SECHERESSE DE L'ETE 1976

par Maurice HERAL, Jean-Paul BERTHOME, Daniel RAZET et Jacqueline GARNIER <sup>(1)</sup>

### *Résumé*

Les conséquences de la sécheresse et de la canicule de l'été 1976 sont rapportées. Une analyse en composante principale permet de distinguer 5 grands secteurs : la Charente et la Seudre, le nord, le sud et le centre du bassin qui ont chacun des caractéristiques hydrologiques et phyto-planctoniques différentes. La Charente et la Seudre sont particulièrement eutrophes et apportent de grandes quantités de nitrates, phosphates et silicates. L'eutrophisation de la Seudre est analysée ainsi que les mortalités d'huîtres qui en ont découlé. La reproduction et le captage du naissain sont mis en relation avec l'hydrologie de chaque secteur.

### *Abstract*

Consequences of drought and canicule during the summer of 1976 are related. A principal components analysis allows us to mark out 5 main districts : Charente, Seudre, north, south and center of the bassin, each of them with distinctive hydrological and phytoplanktonic characteristics. The rivers Charente and Seudre are particularly eutrophic and carry great quantities of nitrates, phosphates and silicates. Eutrophic evaluation of the river Seudre is studied, as well as oysters mortalities that resulted. Reproduction and settlement of spat oysters are related to the hydrology of each district.

Le bassin de Marennes-Oléron est le plus vaste secteur ostréicole français (fig. 1 et 2) (3 700 ha de parcs concédés) et le plus productif (40 000 à 50 000 t d'huîtres vendues annuellement). L'importance du stock d'huîtres en élevage (120 à 130 000 t) rend le milieu particulièrement sensible au moindre déséquilibre, qu'il soit provoqué par une parasitose (COMPS et Coll., 1976) ou par de mauvaises conditions hydrologiques et phyto-planctoniques. Nous suivons

---

(1) La partie mathématique a été traitée au centre de calcul I.S.T.P.M. de Nantes. Nous remercions MM. CADIOU et DELAPORTE pour l'aide qu'il nous ont apportée.

donc régulièrement les facteurs hydrologiques qui influent directement sur les mollusques et sur la biomasse phytoplanctonique. Une importance particulière est accordée à l'étude de la nourriture



FIG. 1. — *Parcs à plat en Seudre.*

de *Crassostrea gigas* afin de pouvoir quantifier les différents maillons nutritionnels de l'huître (HÉRAL, 1977).



FIG. 2. — *Vue générale des collecteurs en Seudre.*

Cette étude, commencée en 1971, s'est développée en 1976 et est menée régulièrement depuis. Nous présentons dans ce travail, les résultats de l'été 1976 qui a vu une sécheresse et une canicule exceptionnelles. Après avoir brièvement rappelé les conditions météorologiques rencontrées

nous étudierons les conditions hydrologiques de l'ensemble du bassin, l'évolution de l'eutrophisation en Seudre et les conséquences de ces conditions particulières sur la reproduction et sur le comportement des huîtres *Crassostrea gigas*.

### I. Météorologie.

Le climat aquitain côtier est un climat maritime doux et humide avec une période sèche moins accentuée que sur le pourtour méditerranéen. Il est peu différent du climat sud-breton (HÉRAL et Coll., 1976) mais les étés sont plus marqués avec une lumière crue et une chaleur sèche. Les moyennes annuelles sur 25 ans de notre station de La Tremblade s'établissent à 764 mm pour la pluviométrie et à 12°1 pour la température ; ceci caractérise les climats de type eury-méditerranéen avec des valeurs de température comprises entre 12 et 14° et des précipitations entre 750 mm et 800 mm. L'année 1976 a été marquée dans cette région normalement humide par un fort déficit pluviométrique. La plupart des mois de l'hiver 1975-1976, du printemps 1976 et du début de l'été sont caractérisés par une pluviométrie fortement déficitaire (tabl. 1). Par suite à la

	Température moyenne	Température 1976	Ecart à la moyenne	Pluviométrie moyenne	Pluviométrie 1976	Ecart à la moyenne
Janvier	6,2	5,6	— 0,6	80,9	23,0	— 57,9
Février	6,3	7,2	+ 0,9	70	46,1	— 23,9
Mars	8,0	8,4	+ 0,4	59,5	70,1	+ 10,6
Avril	11,0	11,2	+ 0,2	44,3	29,2	— 15,1
Mai	14,3	15,2	+ 0,9	54,3	7,2	— 47,1
Juin	17,8	21,0	+ 3,2	32,1	15,2	— 16,9
Juillet	19,8	20,7	+ 0,9	35,3	13,1	— 22,2
Août	19,8	21,1	+ 1,3	61,8	49,6	— 12,2
Septembre	16,4	16,0	— 0,4	88,2	103,6	+ 15,4
Octobre	11,9	13,6	+ 1,7	66,9	120,4	+ 53,5
Novembre	8,0	7,6	— 0,4	110,2	168,0	+ 57,8
Décembre	5,8	5,8	0	60,5	92,1	+ 31,6
Année	12,1	12,8	+ 8,1	764	737,6	— 26,4

TABLE. 1. — Observations météorologiques de la station I.S.T.P.M. de La Tremblade ; moyennes établies sur les années 1975-1976.

fois du manque de pluie et d'une évapo-transpiration accélérée surtout en mai, juin et juillet, due à un degré hygrométrique faible et à des températures très élevées, le déficit s'est accentué. En effet, en juin le nombre de jours où la température maximale a atteint au moins 30° C est de l'ordre du quintuple de la normale. L'évaporation est alors de 142 mm. Les températures moyennes les plus élevées ont été atteintes fin juin avec un maximum de 36°2 le 28. En juillet, la sécheresse persiste et c'est surtout durant les trois premières semaines que les températures ont été les plus fortes. Le mois d'août a été chaud, bien ensoleillé ; en fin de mois les pluies orageuses sont fréquentes. La sécheresse persistante a été interrompue début septembre par une période pluvieuse, les températures restant alors fraîches. Corrélativement durant l'été les débits d'étiage des fleuves ont été particulièrement bas : 6 à 10 m<sup>3</sup>/s pour la Charente à Saint-Savinien et 0 à 1 m<sup>3</sup>/s pour la Seudre à Saujon.

## II. Méthodes.

### 1° Prélèvements.

Du 22 juin au 26 août, tous les deux jours, ont été effectuées des mesures hydrologiques et des pêches de plancton sur les stations 2, 6, 9, 14 et 15 (fig. 3). Après les très fortes chaleurs de fin juin, début juillet, nous avons tenté de dresser un bilan hydrobiologique du bassin de Marennes-Oléron les 6, 7 et 9 juillet. Les 15 stations ont été prospectées sur le fond et en surface lors d'un demi-cycle de marée, soit 3 à 4 fois en 6 heures. En effet, une étude du Laboratoire

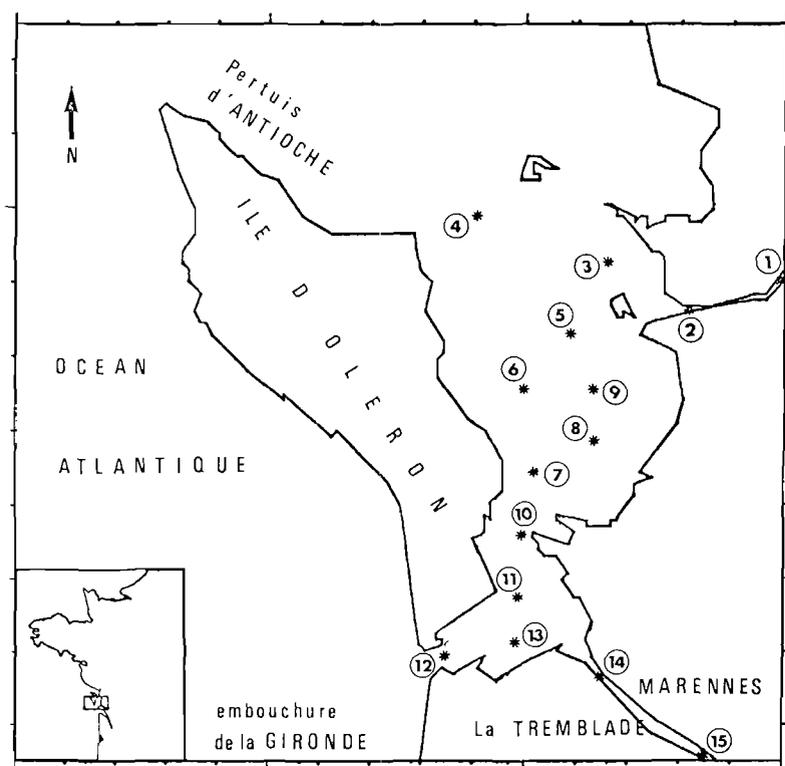


Fig. 3. — Bassin de Marennes-Oléron ; localisation des stations prospectées.

central hydraulique de France a montré que l'intégralité des eaux de la Charente transite par le bassin et que ces eaux sont reprises alternativement par le jeu des marées et ne sont évacuées que 7 à 8 jours plus tard par le pertuis de Maumusson (station 12). C'est pourquoi, dans le but d'essayer de travailler sur une même masse d'eau, les stations 3, 4 et 5 du nord du bassin ont été prospectées le premier jour en bateau tandis que les stations 1 et 2 de Charente étaient simultanément étudiées à partir des jetées. Le lendemain les stations 6, 7, 8 et 9 du centre du bassin ont été suivies de manière cyclique. Deux jours plus tard, les stations 10, 14 et 15 ont été examinées à partir des jetées tandis que simultanément, les prélèvements des stations 11, 12 et 13 du centre du bassin étaient effectués par bateau.

L'estuaire de la Seudre a été surveillé plus particulièrement du 9 juillet au 18 août. Les stations prospectées sont réparties d'amont en aval (fig. 4).

### 2° Paramètres abiotiques.

La température de l'eau est relevée au dixième avec un thermomètre à renversement (fig. 5). Les salinités sont effectuées par la méthode chimique de JACOBSEN et KNUDSEN.

L'oxygène dissous est dosé par la méthode de WINKLER.

L'ammoniac est fixé immédiatement sur le bateau comme l'oxygène et est dosé par la méthode manuelle de KOROLEFF. Les sels minéraux sont congelés avec une goutte de chloroforme et filtrés sur membranes  $0,45 \mu$ ; les dosages sont effectués ultérieurement au laboratoire.

Les nitrites sont dosés par la méthode manuelle de SHIWN modifiée par BENDSCHNEIDER et ROBINSON, les nitrates sont déterminés par la méthode manuelle de MORRIS et RILEY modifiée par WOOD, AMSTRONG et RICHARD. Les phosphates sont dosés par la méthode manuelle de MURPHEY et RILEY modifiée par ROBINSON et THOMPSON et les silicates par la méthode manuelle de MULLIN et RILEY modifiée par STRICKLAND.

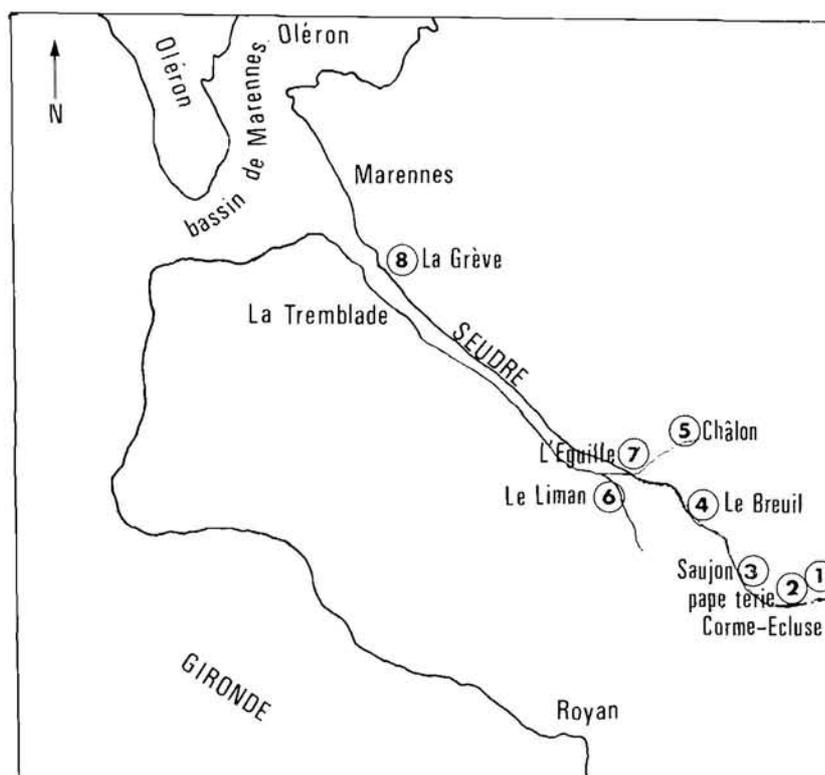


FIG. 4. — Cours de la Seudre ; localisation des stations prospectées.

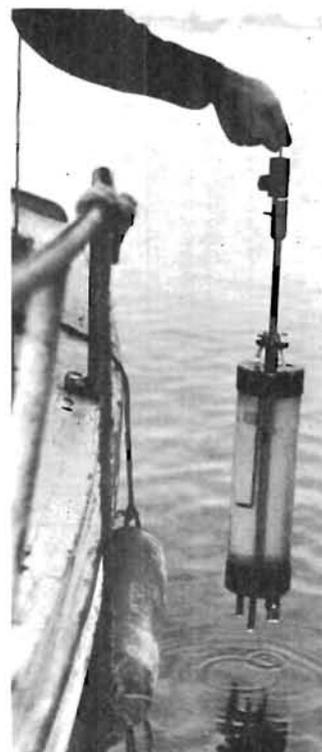


FIG. 5. — Bouteille à prélèvements utilisée.

### 3° Paramètres biotiques.

Les protéines particulières sont dosées selon la méthode de LOWRY, l'ATP selon la méthode de LABORDE, la chlorophylle a et les phéopigments par la méthode de LORENZEN. Le poids du seston et la transparence de l'eau ont été mesurés à chaque station avec un disque de SECCHI. Le détail de ces différentes méthodes a été développé dans HÉRAL et Coll., 1977. Le phytoplancton formolé à 4 % est décanté dans des éprouvettes de 1 litre. La détermination et le comptage s'effectuent sur une cellule quadrillée et étalonnée de type hématimétrique (BERTHOMÉ 1977).

## III. Résultats.

### 1° Ensemble du bassin de Marennes-Oléron.

Les résultats des 6, 7 et 9 juillet des différents prélèvements de chaque station sont regroupés pour tous les paramètres dans le tableau 2.

NOSTA	ERE	PROP	HREFL	O2	S	TTE	PH	NH4	NO2	NO3	SI	PO4
1	13H35	0.0	6H25	59	13.2	26.2	7.2	6.4	1.2	51.6	109.8	12.5
1	13H35	5.0	6H25	51	15.6	25.6	7.3	4.6	0.7	57.0	78.6	10.4
1	16H05	0.0	8H55	49	12.1	26.5	7.4	3.9	0.8	67.2	82.8	13.0
1	16H05	3.5	8H55	42	9.7	26.3	7.5	2.9	0.7	64.5	95.9	20.8
1	18H45	1.0	11H33	31	4.1	26.3	7.3	0.7	0.7	80.6	142.1	23.6
2	12H20	0.0	5H11	89	30.8	24.6	7.5	4.7	0.7	19.9	35.8	3.4
2	12H20	6.0	5H11	91	32.7	24.8	7.5	1.7	0.4	24.8	20.3	2.2
2	14H50	0.0	7H40	96	30.9	25.5	7.6	2.9	0.6	16.3	30.6	2.5
2	14H50	5.0	7H40	88	31.5	24.0	7.6	4.7	0.4	13.9	25.9	2.2
2	17H25	0.0	10H15	89	24.7	25.8	7.5	4.2	0.6	42.3	52.1	4.8
2	17H25	3.0	10H15	80	24.0	24.8	7.1	3.6	1.2	62.7	55.2	4.5
2	19H40	2.5	12H28	73	19.5	25.2	7.2	4.0	0.8	53.2	66.9	7.4
3	13H15	0.0	6H05	105	33.5	20.0	7.9	0.3	0.4	1.9	7.6	0.8
3	13H15	8.5	6H05	105	33.7	21.6	7.9	0.2	0.3	0.8	3.8	0.2
3	15H15	0.0	8H05	104	33.7	22.4	7.9	0.3	0.3	1.6	4.1	0.8
3	15H15	7.0	8H05	104	33.7	20.4	7.9	0.2	0.4	1.3	2.8	0.3
3	17H00	0.0	9H50	105	33.4	23.6	7.9	0.4	0.7	5.7	5.5	0.5
3	17H00	5.0	9H50	102	33.7	22.2	8.0	1.1	0.3	2.1	8.6	1.1
3	18H30	0.0	11H20	.92	30.7	23.2	7.8	1.7	0.4	4.9	10.7	0.8
3	18H30	5.0	11H20	94	31.6	22.7	7.8	1.3	0.2	4.2	10.0	0.9
4	14H00	0.0	6H50	110	33.4	20.0	8.0	0.3	0.3	1.5	3.1	0.1
4	14H00	8.0	6H50	110	33.5	20.9	8.0	0.2	0.2	1.6	6.6	0.2
4	15H50	0.0	8H40	108	33.8	20.8	7.8	0.1	0.2	1.4	8.6	0.1
4	15H50	7.5	8H40	107	33.9	20.3	7.9	0.2	0.2	0.7	4.1	0.2
4	17H50	0.0	10H40	109	33.0	21.0	—	0.9	0.2	0.9	2.7	0.2
4	17H50	6.5	10H40	106	32.8	20.4	7.9	0.7	0.2	0.8	4.1	0.3

NOSTA	TURS	SES	CHLA	PHEOA	ATP	PROT	PHYT	DIAT	PERI	CHLORO
1	0.40	42	5.6	4.0	3.6	—	5200	54	1	45
1	—	178	1.8	6.0	0.4	—	24800	62	0	38
1	0.15	330	1.3	11.6	0.8	—	17100	64	2	34
1	—	1032	1.0	28.2	0.6	—	14200	49	0	51
1	0.03	5706	2.2	9.4	0.7	—	—	—	—	—
2	0.50	17	0.6	8.8	4.5	2.5	10800	45	0	55
2	—	597	3.2	31.7	0.4	1.5	42600	66	0	34
2	0.40	23	2.1	4.3	2.1	3.5	18500	39	0	61
2	—	625	2.2	2.5	0.2	2.5	42900	67	1	32
2	0.20	245	7.7	13.6	5.7	4.0	11200	74	0	26
2	—	630	6.7	24.0	7.0	2.5	52500	83	1	16
2	0.15	235	7.4	9.9	2.7	3.0	27600	80	3	17
3	2.50	2	1.4	1.3	1.7	—	5600	67	5	28
3	—	20	2.0	0.3	0.8	—	—	—	—	—
3	1.85	3	1.4	2.0	0.9	—	—	—	—	—
3	—	21	1.6	0.2	1.4	—	—	—	—	—
3	1.05	15	3.6	4.1	1.1	—	—	—	—	—
3	—	26	3.4	3.0	1.4	—	—	—	—	—
3	0.50	19	5.0	2.4	1.2	—	—	—	—	—
3	—	57	2.5	2.6	1.8	—	—	—	—	—
4	7.00	4	0.6	2.7	2.0	3.7	3700	98	0	2
4	—	4	1.8	1.5	2.4	3.2	4100	97	2	1
4	4.25	3	1.7	0.7	2.2	2.2	1500	61	39	0
4	—	5	0.2	1.2	2.1	3.1	4700	90	10	0
4	2.00	1	0.5	0.9	1.6	2.3	20000	32	68	0
4	—	14	1.1	1.2	2.1	0.9	17600	89	11	0

Tabl. 2. — Données abiotiques et biotiques recueillies pour l'ensemble des stations 1 à 4.

**REVUE DES TRAVAUX  
DE L'INSTITUT DES PECHES MARITIMES**

*Tome XLII, fascicules 1-4  
1978*

*Fascicules 1 et 2, mars-juin 1978 :*

- A. GUILLOU et J.-C. NJOCK. — Analyse des structures de la pêche dans les ports de la côte atlantique française de 1961 à 1975 et des incidences du chalutage sur les stocks des principales espèces concernées par cette activité dans les mers adjacentes ..... 17

*Fascicule 3, septembre 1978 :*

- P. GEISTDOERFER. — Ecologie alimentaire des Macrouridae ..... 171

*Fascicule 4, décembre 1978 :*

- M. HÉRAL, J.-P. BERTHOMÉ, D. RAZET et J. GARNIER. — Etude hydrobiologique du bassin de Marennes-Oléron. Un exemple : la sécheresse de l'été 1976 ..... 269
- J. KOPP et R. PÉREZ. — Contribution à l'étude de l'algue rouge *Chondrus crispus*. Relation entre la croissance, la potentialité sexuelle, la quantité et la composition des carraghénanes ..... 291
- A. LEBEAU. — La ciguatera dans l'océan Indien : étude des poissons vénéneux des bancs de l'archipel des Mascareignes et de la crête centrale de l'océan ..... 325
- A. CAMPILLO et J. AMADEI. — Premières données sur la langouste de Corse *Panulirus elephas* FABRICIUS ..... 347
- H. GRIZEL et E. HIS. — Sur un abcès du manteau de *Crassostrea gigas* (THUNBERG) ..... 375
-

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

NOSTA	ERE	PROP	HEEFL	O2	S	TE	PH	NEA	MO2	MO3	SI	PO4
5	14HSO	0.0	7HAO	109	33.6	21.6	7.9	0.3	0.3	0.7	4.1	0.3
5	14HSO	5.0	7HAO	107	33.4	22.0	7.9	0.7	0.3	1.8	4.5	0.3
5	16HAO	0.0	9HSO	104	33.8	22.3	7.9	1.2	0.3	1.6	6.6	0.3
5	16HAO	4.0	9HSO	111	33.9	20.6	7.9	1.2	0.5	0.7	4.8	0.2
6	10HOO	0.0	1H3O	86	33.6	21.0	8.0	1.9	0.3	1.2	4.5	0.3
6	10HOO	4.0	1H3O	86	33.7	20.8	7.9	1.4	0.3	1.0	4.8	0.3
6	11HA5	0.0	3H75	91	33.7	20.8	8.0	1.3	0.2	1.7	4.1	0.2
6	11HA5	5.0	3H75	89	33.7	20.6	8.0	1.6	0.2	0.8	4.5	0.3
6	14HOO	0.0	5HAO	96	33.7	21.0	7.9	2.0	0.2	1.2	3.1	0.3
6	14HOO	7.0	5HAO	97	33.5	21.0	8.0	1.5	0.2	0.8	3.4	0.2
7	8H3O	0.0	6H36	86	33.9	21.2	8.0	2.1	0.2	1.5	4.8	0.3
7	8H3O	3.0	6H36	84	34.2	21.4	8.0	1.6	0.2	1.1	4.8	0.4
7	10H3O	0.0	2HOO	93	34.0	21.4	8.0	2.4	0.2	1.3	4.5	0.3
7	10H3O	5.0	2HOO	85	34.0	21.2	8.0	1.5	0.2	2.0	12.4	0.3
7	13HOO	0.0	4H3O	89	33.7	21.4	8.1	3.1	0.2	1.2	4.5	0.3
7	13HOO	6.0	4H3O	89	33.8	21.2	8.0	1.8	0.2	0.7	3.8	0.2
7	14HA5	0.0	6H15	94	33.8	21.6	8.0	1.2	0.2	0.7	3.8	0.3
7	14HA5	7.0	6H15	95	33.6	21.4	8.0	1.3	0.2	2.1	4.1	0.3
8	9H15	0.0	0HA5	82	34.1	21.6	8.1	9.0	0.3	2.1	7.9	0.9
8	9H15	1.5	0HA5	81	34.3	21.4	8.1	7.0	0.3	1.0	7.6	0.8
8	11HOO	0.0	2H3O	87	33.9	22.2	8.1	6.1	0.3	1.7	25.5	1.0
8	11HOO	3.0	2H3O	84	34.0	22.6	8.2	5.6	0.3	2.7	11.0	0.7
8	13H2O	0.0	5HOO	87	33.8	22.6	8.1	5.1	0.3	1.0	7.6	0.7
8	13H2O	6.0	5HOO	85	33.8	22.2	8.2	9.3	0.3	1.2	11.0	0.8

NOSTA	TURS	SES	CHLA	PHBOA	AMP	PROT	PHYT	DIAT	PERRI	CHLORO
5	2.30	11	0.6	1.4	3.4	5.3	14200	50	13	37
5	1.50	9	0.8	1.8	2.4	2.2	4600	35	42	23
5	—	16	0.6	2.6	2.7	2.6	15300	70	17	13
5	—	29	3.0	0.5	1.2	3.1	19600	83	6	11
6	1.40	36	0.6	1.2	0.2	—	9600	49	19	32
6	—	8	0.8	0.6	0.2	—	31000	46	4	50
6	1.80	7	1.1	0.4	0.2	—	—	61	22	—
6	—	5	0.2	0.8	0.5	—	7300	17	71	17
6	3.20	9	0.6	0.2	0.8	—	22400	17	12	12
6	—	24	0.6	1.6	0.5	—	32200	35	42	23
7	1.60	3	1.1	0.4	0.3	—	—	—	—	—
7	—	14	0.6	2.4	0.6	—	—	—	—	—
7	1.90	7	0.8	1.5	0.1	—	—	—	—	—
7	—	11	0.6	1.0	0.5	—	—	—	—	—
7	1.80	7	0.3	1.5	0.3	—	—	—	—	—
7	—	11	0.6	0.0	0.4	—	—	—	—	—
7	1.90	9	1.0	0.0	0.3	—	—	—	—	—
7	—	9	1.2	0.0	0.5	—	—	—	—	—
8	0.50	31	3.4	1.6	0.1	—	37500	61	32	7
8	—	46	3.1	0.8	0.4	—	13100	77	16	7
8	0.80	26	3.7	2.6	0.3	—	30000	48	46	6
8	—	36	3.9	1.6	0.6	—	25700	60	33	7
8	0.60	37	1.7	2.6	0.6	—	47100	42	53	5
8	—	51	1.4	1.8	0.2	—	21400	76	17	7

Tabl. 2 (suite). — Données abiotiques et biotiques recueillies pour l'ensemble des stations 5 à 8.

NOSTA	HRE	PROP	HRETL	O2	S	TC	PH	IRA	NO2	NO3	SI	PO4
9	9H30	0.0	1H00	81	34.2	22.0	8.3	9.0	0.3	1.2	9.7	0.8
9	9H30	1.5	1H00	82	34.1	21.4	8.1	6.6	0.4	0.8	7.6	0.8
9	11H15	0.0	2H45	82	34.2	22.4	8.1	9.3	0.3	1.0	10.0	0.8
9	11H15	4.0	2H45	83	34.1	22.2	8.1	7.6	0.3	1.2	8.9	0.8
9	13H45	0.0	5H15	86	33.8	22.8	7.8	7.8	0.4	2.6	8.6	0.9
9	13H45	5.0	5H15	86	33.6	22.4	8.2	5.6	0.4	1.2	7.6	0.8
10	9H05	0.0	0H00	86	34.6	21.7	8.1	9.0	0.5	2.1	7.2	0.7
10	9H05	2.0	0H00	79	35.0	20.8	7.6	3.5	0.7	1.3	9.2	0.7
10	11H30	0.0	2H00	85	34.6	22.3	8.1	3.2	0.4	1.7	6.5	0.5
10	11H30	3.0	2H00	83	34.6	20.8	8.0	2.8	0.4	2.1	12.0	0.8
10	15H00	0.0	5H30	92	34.0	22.1	8.2	1.6	0.3	3.0	4.1	0.3
10	15H00	5.0	5H30	90	34.7	20.8	7.8	0.7	0.5	1.5	6.2	0.5
11	10H30	0.0	1H00	50	33.3	21.5	7.9	1.0	0.3	0.8	3.1	0.3
11	10H30	3.5	1H00	53	33.5	21.5	8.2	1.1	0.3	0.9	3.1	0.4
11	11H30	0.0	2H00	71	33.5	21.6	7.9	2.0	0.4	1.0	8.6	0.9
11	11H30	6.0	2H00	65	33.4	21.9	8.0	1.5	0.3	1.3	4.1	0.4
11	14H00	0.0	4H30	58	33.5	21.9	8.0	0.8	0.4	1.1	2.0	0.3
11	14H00	7.0	4H30	61	33.3	21.8	8.1	0.5	0.3	0.8	4.1	0.5
12	10H00	0.0	0H30	111	33.0	21.9	8.1	1.5	0.3	0.8	5.0	0.5
12	10H00	13.0	0H30	45	33.4	21.5	8.0	1.5	0.3	1.0	6.8	0.7
12	11H00	0.0	1H30	71	32.7	21.0	8.0	1.2	0.2	1.0	2.0	0.3
12	11H00	16.0	1H30	64	33.0	21.2	8.0	1.6	0.2	1.0	2.0	0.3
12	13H30	0.0	4H00	115	33.3	22.0	7.8	0.5	0.3	1.0	4.1	0.4
12	13H30	17.0	4H00	56	33.2	21.5	8.2	0.5	0.4	0.8	3.7	0.4

NOSTA	TURS	SES	CHLA	PHEOA	ATP	PROT	PHYT	DIAT	PERI	CHLORO
9	0.30	61	2.7	3.5	0.3	-	37500	61	32	7
9	-	34	4.0	3.4	0.4	-	13100	77	16	7
9	0.45	29	6.9	3.6	0.3	-	30000	48	46	6
9	-	90	1.6	7.0	0.4	-	25700	60	33	7
9	0.70	55	2.2	0.9	0.3	-	47100	42	53	5
9	-	112	5.0	2.4	0.2	-	21400	76	17	7
10	0.50	42	1.1	3.0	0.9	3.4	23200	93	1	6
10	-	96	2.0	2.5	3.0	1.4	23900	89	9	2
10	0.60	37	1.4	0.7	0.5	0.5	36700	86	10	4
10	-	65	1.1	2.4	0.9	0.6	17100	80	15	5
10	1.00	13	1.9	0.0	0.7	2.0	75800	31	66	3
10	-	49	1.7	1.0	0.3	1.9	21000	76	18	6
11	1.50	5	0.3	1.8	0.4	-	-	-	-	-
11	-	3	1.1	1.1	0.4	-	-	-	-	-
11	0.80	7	0.8	0.4	0.6	-	-	-	-	-
11	-	12	0.9	1.6	0.5	-	-	-	-	-
11	1.50	10	1.2	0.5	0.6	-	-	-	-	-
11	-	8	0.8	1.4	0.7	-	-	-	-	-
12	1.00	10	3.1	0.0	0.6	1.1	27500	41	46	13
12	-	27	3.0	0.9	0.5	3.6	32300	44	46	10
12	1.50	7	1.4	0.2	0.4	1.2	29700	49	38	13
12	-	7	0.9	2.8	0.6	2.8	20500	55	31	14
12	0.75	14	0.2	2.7	0.3	1.7	34500	49	45	6
12	-	20	1.8	3.5	0.4	1.9	12700	53	23	24

TABLE 2 (suite). — Données abiotiques et biotiques recueillies pour l'ensemble des stations 9 à 12.

NOSTA	HRE	PROF	HREFL	O2	S	TE	PH	NH4	NO2	NO3	SI	PO4
13	9H30	0.0	0H00	59	33.5	22.0	8.2	2.8	0.3	0.7	5.5	0.6
13	9H30	5.0	0H00	60	33.4	22.3	8.1	1.7	0.4	0.7	8.2	0.4
13	10H45	0.0	1H15	58	33.2	22.0	7.9	1.8	0.2	0.8	8.9	0.6
13	10H45	7.0	1H15	61	33.2	22.0	7.8	1.6	0.2	1.2	17.2	0.6
13	11H45	0.0	2H15	61	33.7	21.9	8.0	1.6	0.2	0.9	4.1	0.4
13	11H45	8.0	2H15	58	33.4	21.9	8.1	1.2	0.3	1.1	3.7	0.4
13	14H20	0.0	4H50	69	33.0	21.2	8.2	0.5	0.3	0.5	3.7	0.3
13	14H20	9.0	4H50	54	32.3	20.5	8.1	0.4	0.2	0.4	6.5	0.3
14	9H45	0.0	0H15	76	35.5	23.9	7.7	10.9	0.5	1.6	11.7	1.3
14	9H45	2.0	0H15	65	35.3	21.0	7.8	12.0	0.5	2.5	18.0	1.8
14	12H50	0.0	3H20	82	35.0	22.9	8.1	6.7	0.4	1.3	16.2	1.2
14	12H50	3.5	3H20	79	34.9	21.7	7.8	5.3	0.4	1.1	10.4	1.3
14	15H50	0.0	6H20	91	34.4	22.1	8.1	1.2	0.3	0.8	2.4	0.8
14	15H50	5.0	6H20	89	34.5	21.4	8.1	0.9	0.2	0.7	1.7	0.8
15	11H10	1.0	1H40	56	21.8	22.2	8.7	21.9	4.8	25.6	57.0	4.2
15	14H00	0.0	4H30	55	35.4	23.7	8.1	23.5	1.7	5.0	36.7	3.4
15	14H00	3.0	4H30	57	35.6	22.9	7.6	17.7	1.4	5.6	33.2	3.6
15	16H35	0.0	7H05	70	36.0	23.9	8.3	21.9	1.3	3.3	37.6	3.2
15	16H35	4.0	7H05	68	36.0	23.9	7.5	19.3	1.1	3.0	28.3	3.3

NOSTA	TURS	SES	CHLA	PIEOA	ATP	PROT	PHYT	DIAT	PERI	CHLORO
13	1.00	26	0.8	4.7	0.4	-	24000	60	32	8
13	-	13	2.2	3.9	0.5	-	32400	51	32	17
13	0.50	10	0.8	2.6	1.1	-	18200	51	27	22
13	-	13	0.9	0.9	1.0	-	23700	57	18	25
13	1.00	9	2.0	3.3	1.1	-	18000	48	40	12
13	-	9	2.2	1.3	0.9	-	15500	45	35	20
13	3.00	11	1.1	1.8	2.1	-	10500	52	15	13
13	-	6	0.6	2.3	1.5	-	13200	65	5	7
14	0.40	43	1.0	5.0	3.3	3.4	28600	59	5	36
14	-	2160	22.4	96.8	2.2	14.1	-	-	-	-
14	0.60	25	1.1	2.4	1.9	2.2	70100	46	42	12
14	-	111	0.2	3.7	2.7	4.2	87600	66	8	26
14	1.40	13	0.6	2.2	1.7	2.8	48100	45	39	16
14	-	94	3.4	0.6	0.8	1.4	42200	73	6	21
15	0.15	298	7.7	43.4	3.4	5.9	90200	64	3	33
15	0.40	49	2.2	4.8	3.8	4.4	177900	53	1	46
15	-	514	5.6	25.0	1.3	7.2	235500	69	1	30
15	0.60	48	2.2	2.0	3.0	1.7	51800	67	2	31
15	-	276	4.5	11.2	1.3	4.2	-	-	-	-

TABLE 2 (fin). — Données abiotiques et biotiques recueillies pour l'ensemble des stations 13 à 15.

a) *Température, salinité, oxygène dissous.*

Les températures de l'eau sont élevées dans les estuaires : 26°5 en surface et 25°6 au fond à la station 1 en amont de la Charente, et 23°9 à la station 15 en amont de la Seudre. Dans le nord, les eaux ne dépassent pas 21° en surface et 20°5 au fond. Les eaux du bassin sont caractérisées par une absence de stratification thermique et par des valeurs proches de 21°5.

Les faibles salinités de la Charente (4,1 ‰ à marée basse et 13,2 ‰ à marée haute) n'atteignent pas la station 3 à cause du faible débit. Les salinités moyennes de la Seudre restent élevées (35 ‰) ; en effet, les faibles salinités de la marée basse (21,8 ‰) concernent une masse d'eau peu importante qui n'arrive pas à compenser l'apport d'eau sursalée (40 ‰) en provenance des claires ostréicoles. Dans le bassin on retrouve une quasi-absence de stratification avec des salinités proches de 34 ‰.

L'oxygène dissous est en légère sursaturation dans le nord du bassin (110 ‰). Il présente par contre un déficit important dans les régions de faibles salinités et de forte turbidité avec, en Charente, 31 ‰ à marée basse et en Seudre, 55 ‰. Dans le centre du bassin on constate un léger

déficit (96 %) de saturation, à marée basse par contre, dans le sud du bassin, on note un déficit exceptionnel avec une teneur en oxygène dissous de 45 %.

b) *Nitrate, nitrite, ammoniac, phosphate et silicate.*

Les deux fleuves apportent de grandes quantités de nitrates avec 80  $\mu\text{atg N/l}$  pour la Charente et 25  $\mu\text{atg N/l}$  pour la Seudre. Les eaux du bassin sont relativement pauvres à cette période estivale avec des valeurs voisines de 1,5 à 2  $\mu\text{atg N/l}$ .

Les quantités de nitrites sont nettement plus importantes en Seudre (4,8  $\mu\text{atg N/l}$ ) qu'en Charente (1  $\mu\text{atg N/l}$ ). Dans le bassin les teneurs en nitrites restent faibles (0,3  $\mu\text{atg N/l}$ ).

Les teneurs en ammoniac confirment la différence qui existe entre la Charente et la Seudre avec 6  $\mu\text{atg N/l}$  pour la première et 22  $\mu\text{atg N/l}$  pour la seconde. Les teneurs en ion ammonium dans le bassin sont assez élevées, les valeurs de 9  $\mu\text{atg N/l}$  sont fréquentes, surtout à proximité du fond. On peut penser que la minéralisation de la matière organique s'effectue donc correctement tant dans le bassin qu'en Charente mais elle semble bloquée en Seudre au niveau des réactions oxydantes.

Les phosphates sont eux aussi apportés par les fleuves : 23  $\mu\text{atg P/l}$  pour la Charente et 4,2  $\mu\text{atg P/l}$  pour la Seudre. Ils sont quasi inexistantes dans le nord du bassin, ce qui est logique à cette période estivale et restent proches de 0,8  $\mu\text{atg P/l}$  dans le centre du bassin.

Les silicates sont en concentrations élevées dans l'ensemble du bassin avec des valeurs souvent proches de 9  $\mu\text{atg Si/l}$ . La Charente et la Seudre contribuent à enrichir le bassin avec respectivement 142  $\mu\text{atg Si/l}$  et 52  $\mu\text{atg Si/l}$ .

c) *Turbidité et seston.*

Une des caractéristiques essentielles du bassin de Marennes-Oléron est sa turbidité très élevée. Dans le secteur le plus « océanique » la couche euphotique atteint 7 m, par contre la transparence n'est que de quelques centimètres en Charente et en Seudre dans ces eaux fortement chargées en limon et en particules détritiques. Dans le bassin, les valeurs moyennes sont de l'ordre de 0,30 à 1,50 m. Nous avons montré (HÉRAL et RAZET 1977) que la transparence de l'eau est fortement corrélée avec la charge en seston. Cette teneur en matière particulaire est élevée, 5 700 mg/l en Charente et 2 100 mg/l en Seudre ; par contre dans le bassin elle varie autour de 50 mg/l.

d) *Chlorophylle a, phéopigments, ATP et protéines.*

Les valeurs moyennes les plus élevées de chlorophylle (3,3  $\mu\text{g/l}$  et 4,3  $\mu\text{g/l}$ ) et d'ATP (2,2  $\mu\text{g}$ ) correspondent aux secteurs les plus riches en nitrates et phosphates : la Charente et la Seudre. Simultanément, dans le bassin les teneurs en chlorophylle a varient autour de 1,5  $\mu\text{g/l}$  tandis que l'ATP reste proche de 0,6  $\mu\text{g/l}$ . Dans le nord, secteur le plus océanique, la teneur en ATP est sensiblement plus forte avec 1,9  $\mu\text{g/l}$ .

Les phéopigments ont des valeurs très élevées dans les estuaires, 12,7 mg/l en Charente et 16,6 mg/l en Seudre, valeur à rapprocher du début de distrophisation de ce secteur. Nous avons montré (HÉRAL et RAZET 1977) que le pourcentage de chlorophylle active est peu élevé. Seulement 20 à 27 % de la chlorophylle est sous forme de chlorophylle a dans les estuaires et 40 à 50 % dans le bassin.

Les teneurs en protéines sont très importantes dans l'ensemble du bassin de Marennes-Oléron et plus particulièrement en Seudre avec 4,7 mg/l. L'étude du rapport protéine/chlorophylle permet de préciser la nature du matériel particulaire (NIVAL et Coll., 1973). Récemment MARTIN et Coll., 1977, ont trouvé des rapports de 60 à 400 dans l'estuaire de la Penzé.

En été nous avons trouvé que le rapport protéine/chlorophylle a varié entre 800 et 1 800. Si comme PARSONS et Coll., 1967 et ANTIA et Coll., 1963, on admet 60 comme valeur moyenne du rapport protéine/chlorophylle pour une population de différentes espèces de phytoplancton vivant, nous pouvons en déduire que 92 à 97 % des protéines particulières du bassin de Marennes-Oléron sont d'origine détritique. En effet, le phytoplancton des fleuves et les débris des plantes estuariennes en passant de l'eau douce à l'eau salée ne résistent pas aux changements de pression osmotique et se dégradent lentement. La rémanence de la chlorophylle a par rapport à

l'ATP peut ainsi expliquer la non-relation entre ces deux paramètres car contrairement à HOLM HANSEN (1970), LABORDE (1972) et ROMANO (1976), nous ne trouvons pas de corrélation entre l'ATP et la chlorophylle. De plus les valeurs très fortes d'ATP peuvent recouvrir outre les teneurs du phytoplancton, celles de la microflore ou même du zooplancton inférieur à  $150 \mu$  et en particulier les larves de mollusques.

De plus, les quelques 120 000 t d'huîtres du bassin de Marennes-Oléron interviennent en dégradant du phytoplancton (fig. 6). Ainsi, les 2/3 des chlorophylles du phytoplancton, absorbées par l'huître, sont dégradées lors du transit intestinal. La phéophytinisation du phytoplancton non assimilé semble due aux conditions du pH internes de l'huître. Dans le tube digestif, le pH



FIG. 6. — Récolte d'huîtres sur parc à plat (photo I.S.T.P.M.).

s'abaisse à 3 (OWEN 1974) et nous avons montré que le pH intervalvaire des huîtres est toujours acide, variant de 3,5 à 5,7. Il est difficile de savoir si le phytoplancton des fèces et pseudofèces après acidification et après avoir été enrobé dans du mucus, reste vivant dans le milieu naturel et si sa charge énergétique (ATP) est stable ou si ce phytoplancton rejoint le matériel détritique tout en gardant ses pigments chlorophylliens pendant encore un certain laps de temps. Ceci pourrait être aussi une cause supplémentaire de la non-relation entre la biomasse mesurée par l'ATP et la biomasse mesurée par la chlorophylle.

#### e) *Le phytoplancton.*

Si l'on observe globalement les résultats des numérations cellulaires, le nombre d'organismes planctoniques varie dans des proportions très importantes en fonction du lieu de prélèvement ; par exemple 1 600 individus/l à Fort-Boyard à mi-marée en surface et 235 000 individus/l à l'Eguille au fond à mi-marée également. Alors que la quantité de sels minéraux présente dans le bassin pourrait laisser présager un développement important du phytoplancton, il convient de noter le faible nombre de cellules phytoplanctoniques dénombrées. Ce fait est d'ailleurs général dans le bassin et ce, quelque soit la saison considérée. Seule la turbidité élevée pourrait expliquer ce moindre développement du phytoplancton.

Le nombre de cellules est d'une manière générale, plus important en surface qu'au fond, deux fois plus par exemple, au Chapus. Le nombre moyen de cellules au litre, sur un cycle de marée, est relativement élevé en Charente (24 300 c/l) et dans le centre du bassin (34 000 c/l). Il est particulièrement important en Seudre (92 500 c/l) contrairement au reste du bassin ostréicole dans lequel le nombre varie de 10 à 20 000 c/l.

Ces valeurs élevées sont dues principalement au développement des chlorococcales (Euchlo-

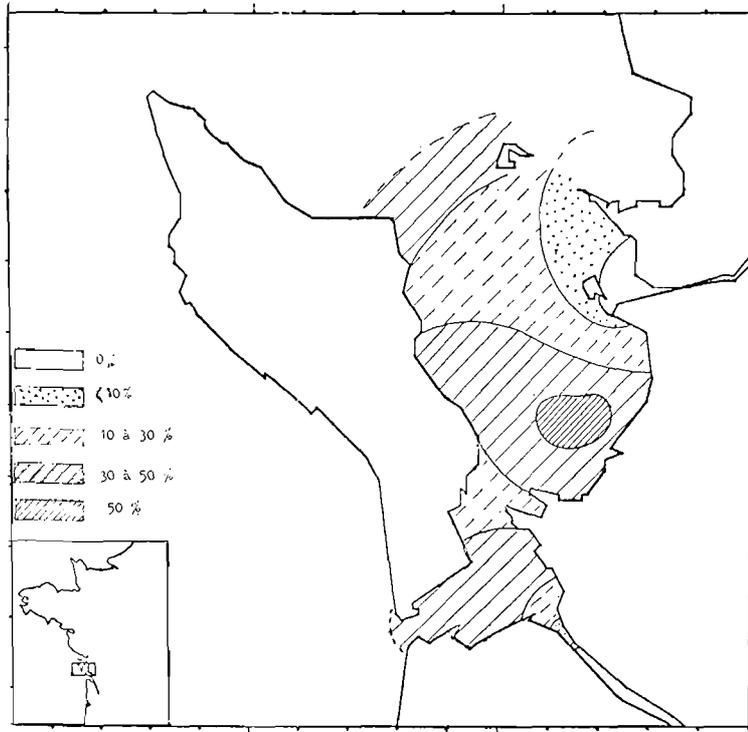


FIG. 8. — Pourcentage moyen de dinoflagellés en surface (sur un cycle de marée).

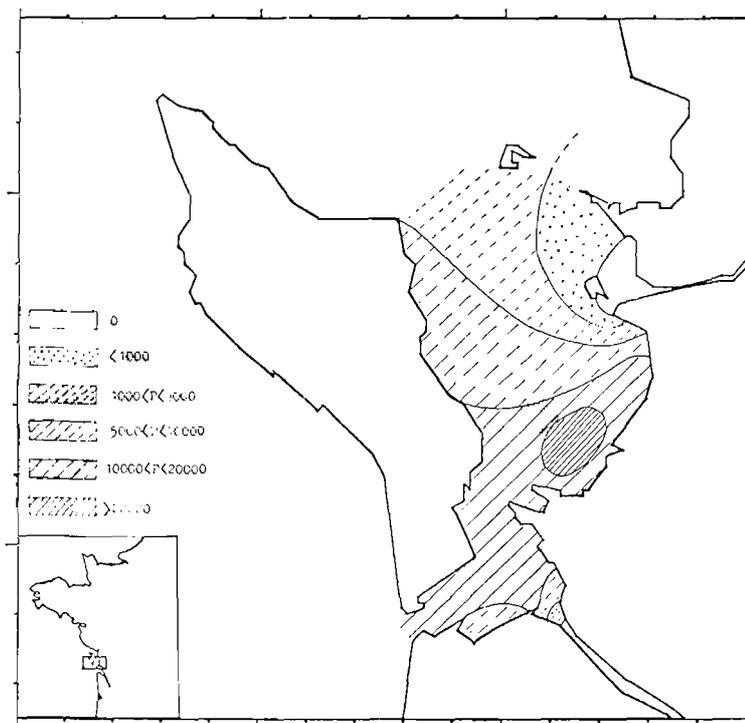


FIG. 9. — Nombre moyen de Prorocentrum au litre en surface (sur un cycle de marée).

rophycées) qui représentent en moyenne 37 % du nombre total de cellules en Charente et 28 % en Seudre. Elles sont parfois présentes dans le bassin, notamment à marée-basse. Mais, d'une façon générale, elles y sont peu représentées en raison, d'une part de la dilution des eaux fluviales et d'autre part à cause de la mortalité engendrée par le choc osmotique dû à l'augmentation de la salinité.

Les diatomées sont toujours bien représentées (50 à 70 % en moyenne sur un cycle de marée) (fig. 7). Elles sont le plus souvent plus abondantes au fond qu'en surface (5 à 20 % de plus au fond). Les principaux genres dominants observés sont : *Navicula*, surtout en Charente et en Seudre, *Pleurosigma*, *Shroederella*, *Biddulphia*, *Lithodesmium*, *Grammatophora* et *Amphora* principalement dans le bassin et *Cerataulina* et *Melosira* dans les eaux « océaniques ». Les diatomées en chaînes sont souvent plus nombreuses notamment dans les eaux océaniques ou dans les eaux de mélange.

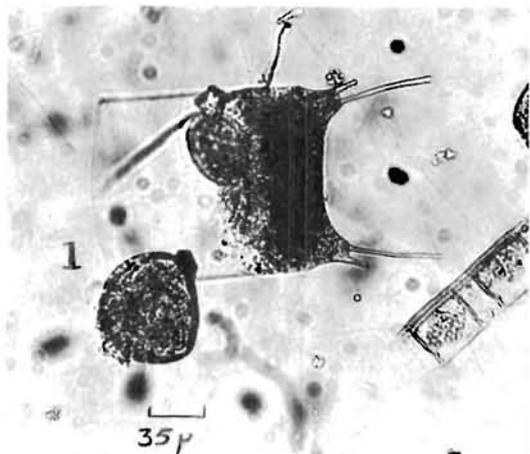


FIG. 7. — Jeune larve de *C. gigas* (L.) associée au phytoplancton estival.

Le phénomène le plus important que nous avons pu observer au cours de cette période de sécheresse estivale est le début de « bloom » de *Prorocentrum micans* (BERTHOMÉ 1977) qui dans les conditions habituelles est très rare voire absent du bassin (BARON 1938, LE BORGNE 1973 et 1974, LE BORGNE et PAULMIER 1974). Le développement des dinoflagellés a été très important et leur nombre a parfois dépassé celui des diatomées. L'espèce *Prorocentrum micans* représentait plus de 90 % des dinoflagellés. Parmi les autres espèces présentes, citons *Ceratium fusus*, *C. furca*, *C. horridum*, *Peridinium oblongum*, *P. granii*, *Noctiluca scintillans*. Un certain développement de dinoflagellés a également été observé près

de l'île d'Aix le 19 juillet 1976 (FEUILLET, communication personnelle).

La figure 8 montre le pourcentage, sur un cycle de marée, de dinoflagellés en surface. On observe nettement deux zones de concentration supérieure à 30 % du nombre total de cellules. Cette répartition correspond aux eaux que l'on peut qualifier d'« intermédiaires ». Elles proviennent du mélange des eaux turbides de Charente et de Seudre avec les eaux océaniques contenant peu de sels minéraux dissous.

Le tropisme négatif de *Prorocentrum micans* à l'égard des turbidités élevées est attesté par son absence en Charente et en Seudre. Au fond, le pourcentage de *P. micans*, par rapport au nombre total de cellules, est de 2 à 6 fois inférieur à celui de surface, ce qui tend également à prouver une réaction positive à l'insolation. Sa répartition moyenne, en nombre de cellules au litre (fig. 9) indique une zone restreinte de forte concentration bien qu'il soit présent dans l'ensemble du bassin ; cependant celle-ci était loin d'atteindre le million de *Ceratium fusus* au litre observé par PAULMIER 1972 en rivière d'Auray.

*Prorocentrum micans* (fig. 10), parfois abondant sur les côtes bretonnes sans effet néfaste sur les bivalves (PAULMIER 1972), est considéré comme toxique par certains auteurs (ADAMS et SEATON 1970, DODGE et CARSLAKE 1971 cités par PAULMIER 1972). C'est à la mort de la cellule que la toxine est libérée. Certaines de nos observations ont fait apparaître une mortalité instantanée de *Prorocentrum* variant de 5 à 60 % en surface et 0 à 30 % au fond. Ceci conduit à penser que le maximum de développement était déjà dépassé.

Cependant, bien que certaines mortalités d'huîtres adultes aient été observées au cours du mois de juillet, il paraît difficile et même hasardeux de les attribuer à ce développement de *P. micans*. De même, les émissions de larves d'huîtres ont avorté en Seudre en raison des conditions hydrologiques défavorables alors que celles du bassin ont évolué correctement malgré la présence de *P. micans* dans le centre du bassin.

f) Relation entre les paramètres.

Nous avons établi une matrice de corrélation de BRAVAIS et PEARSON ainsi que la probabilité pour qu'il existe une corrélation positive entre ces paramètres (tabl. 3). Il apparaît ainsi que les péridiniens sont à l'opposé des secteurs turbides riches en phéopigments, en nitrates et en silicates

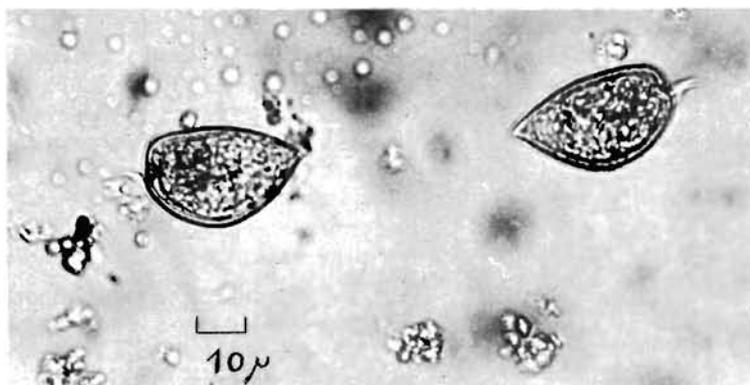


FIG. 10. — Prorocentrum micans EHR.

et que les chlorococcales sont opposées aux péridiniens, car abondantes dans les eaux estuariennes dessalées riches en chlorophylle, phéopigments, nitrates, silicates et phosphates. Les diatomées

	SES	CHLA	PHEO	ATP	PHYT	DIAT	PERI	CHLO	O <sub>2</sub>	S	NH <sub>4</sub>	NO <sub>2</sub>	NO <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	PO <sub>4</sub>
SES	1		.....				.....	.....	.....	.....		.....	.....	.....	.....
CHLA	0,434	1	.....					.....							
PHEO	0,873	0,557	1	.....	.....		.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
ATP	0,493	0,261	0,625	1	.....		.....								
PHYT	0,298	0,496	0,670	0,410	1						.....	.....			
DIAT	-0,034	0,442	0,060	0,306	0,016	1									
PERI	-0,709	-0,352	-0,736	-0,586	-0,294	-0,373	1	.....				.....	.....	.....	.....
CHLORC	0,731	0,021	0,693	0,368	0,276	-0,356	-0,732	1				.....	.....	.....	.....
O <sub>2</sub>	-0,589	-0,268	-0,576	-0,009	-0,439	0,351	0,188	-0,440	1						
S	-0,824	-0,102	-0,553	-0,161	0,095	0,075	0,577	-0,638	0,578	1			.....	.....	.....
NH <sub>4</sub>	0,349	0,580	0,692	0,336	0,943	0,063	-0,293	0,253	-0,436	0,007	1	.....			
NO <sub>2</sub>	0,569	0,559	0,879	0,527	0,872	0,120	-0,627	0,537	-0,483	-0,252	0,871	1			
NO <sub>3</sub>	0,902	0,222	0,630	0,267	-0,045	-0,033	-0,642	0,668	-0,555	-0,978	0,028	0,292	1	.....	.....
SiO <sub>2</sub>	0,919	0,290	0,742	0,301	0,170	-0,031	-0,669	0,696	-0,668	-0,960	0,251	0,483	0,967	1	.....
PO <sub>4</sub>	0,842	0,188	0,615	0,164	0,032	-0,069	-0,587	0,640	-0,648	-0,988	0,122	0,360	0,966	0,981	1

TABL. 3. — Matrice de corrélations inter paramètres de Bravais et Pearson ; gros points : probabilité pour qu'il y ait une corrélation significative  $\geq$  à 99 %, petits points :  $\geq$  à 95 % ; blanc : probabilité pour qu'il y ait une corrélation non significative.

observées ne semblent pas liées à un quelconque paramètre, ce sont des espèces ubiquistes qui nécessitent des conditions hydrologiques moins marquées.

g) *Analyses en composantes principales.*

Il ne saurait être question d'exposer dans cette note cette méthode d'analyse statistique de données mais rappelons brièvement que cette méthode d'inertie maintenant classique en écologie, a été développée sous la forme d'analyse en composantes principales par HOTTELING (1933) et BENZECRI (1973). CHARDY, GLEMAREC et LAUREC (1976) ont précisé la signification écologique de ces analyses. Elle fait intervenir une distance qui permet d'interpréter les proximités existant entre les variables en termes de corrélation. Cette analyse consiste à réduire le nombre de dimensions de l'espace dans lesquelles sont projetés les points d'observations, tout en minimisant la perte d'information. Ceci aboutit à choisir les axes principaux qui représentent la meilleure figuration plane possible. Et l'on retiendra, pour l'explication des figures, que deux paramètres sont d'autant plus corrélés que leurs points représentatifs sont proches l'un de l'autre et qu'ils sont éloignés de l'origine. Au contraire, deux paramètres corrélés négativement correspondront à des points très éloignés.

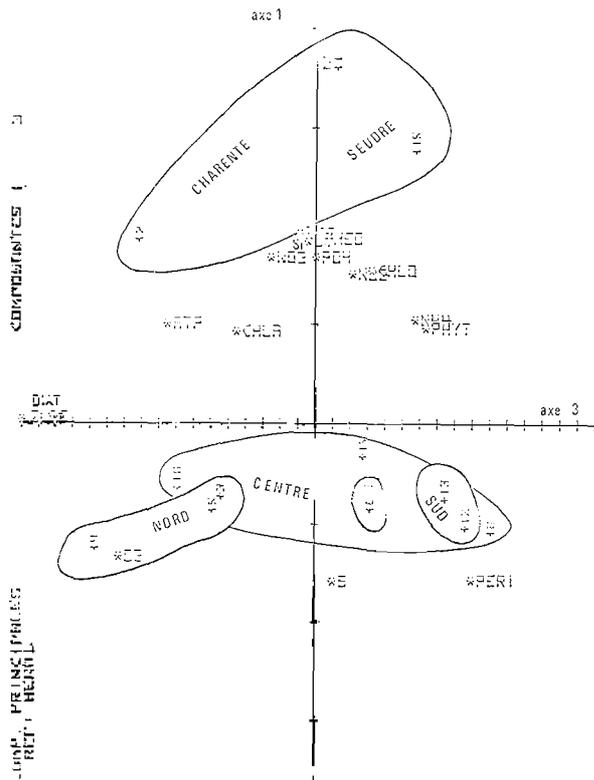
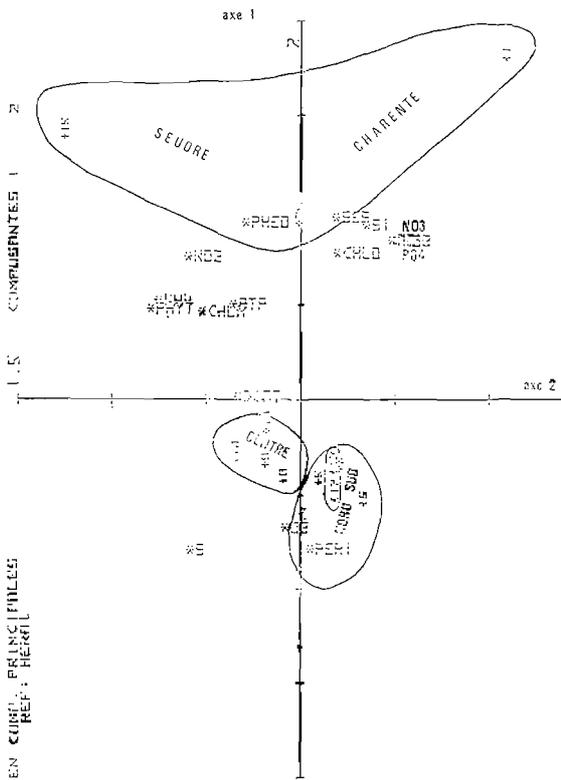


FIG. 11. — Répartition des stations et des variables dans le plan 1 et 2.

FIG. 12. — Répartition des stations et des variables dans le plan 1 et 3.

Les moyens de calcul (capacité actuelle de la calculatrice) ne nous ont pas permis de traiter l'ensemble des données par une analyse en fonction de la marée ou en fonction des prélèvements de surface et de fond. Nous avons donc traité des résultats moyens par station (moyenne des différents prélèvements lors du demi-cycle de marée en surface et au fond) ; ils représentent donc, en quelque sorte, une synthèse, en chaque point, des conditions hydrobiologiques rencontrées à cette époque.

En appliquant cette analyse dans le but d'expliquer la matrice de corrélation inter-paramètres que nous avons déjà présentée, nous constatons que dans le plan défini par les deux premiers axes (fig. 11) l'axe 1 représente 52,5 % et l'axe 2 21,1 % soit à eux deux 73,6 % de l'inertie de l'ensemble des points. Cette figure synthétise donc très bien la situation hydrobiologique de cette période.



déterminer non empiriquement l'emplacement des stations du Réseau National d'Observation de Marennes-Oléron, les 6 stations choisies étant chacune au centre de chaque secteur (fig. 14).

## 2° Evolution hydrologique de la Seudre.

La Seudre a été prospectée et suivie dans le temps, de l'amont jusqu'à l'estuaire (fig. 4) pour mieux connaître les raisons de la désoxygénation, des fortes teneurs en ammoniac et en nitrites ainsi que les très fortes valeurs de phéopigments.

Il faut rappeler en effet que la Seudre est le principal centre de captage de larves de *Crassostrea gigas* du bassin de Marennes-Oléron et que ce centre alimente aussi les secteurs vendéens et bretons.

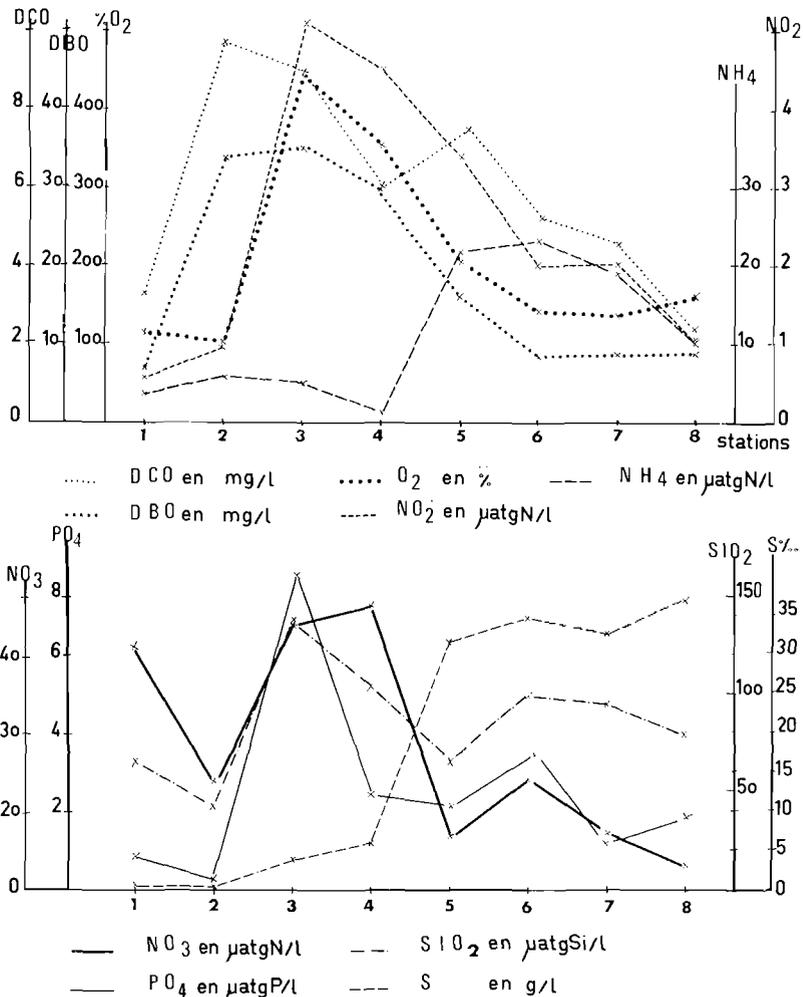


FIG. 15. Caractéristiques physicochimiques de la Seudre.

### Résultats.

Du 9 juillet au 18 août, 4 sorties ont été effectuées en Seudre en suivant les paramètres suivants: O<sub>2</sub>, S‰, T, DBO, DCO au permanganate NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, PO<sub>4</sub> et Si O<sub>2</sub>.

Les stations prospectées étaient situées entre la Grève (8) et la papeterie de Beaumont (2) en amont de Saujon (3) (fig. 4). Notons la présence d'un vannage à Saujon. Nos résultats montrent que (fig. 15) parallèlement à une production algale anormalement élevée, manifestation

la plus apparente du processus eutrophisant, on constate un déséquilibre général des teneurs en nitrates. On peut citer par exemple à Saujon des teneurs en nitrate supérieures à  $70 \mu\text{atg N/l}$ , des teneurs en nitrites de 10 à  $30 \mu\text{atg N/l}$ . Cet apport de sels minéraux et de matières organiques ( $\text{DBO}_5$  supérieure à  $30 \text{ mg/l}$ ) semble être principalement causé par l'agglomération de Saujon et d'une manière annexe par la papeterie de Beaumont. Le rôle du vannage de Saujon fut quasi négligeable car l'écluse n'était pas opérationnelle à la période considérée.

L'amont de la Seudre présente les caractéristiques classiques d'une eutrophisation : forte pullulation d'algues (5 millions de cellules par litre de chlorococcales), ce qui provoque une forte photosynthèse (300 % d' $\text{O}_2$  l'après-midi et 150 le matin à 7 h). Cet excès d'oxygène permet une réduction progressive de la matière organique. Entre Saujon (3) et l'Eguille (7) la teneur en  $\text{NH}_4^+$  augmente pour atteindre  $30 \mu\text{atg N ammoniacal/l}$ . L'oxydation des nitrites formés se produit plus rapidement à cause d'un milieu qui reste constamment oxydant en amont. Parallèlement, l'oxydation des matières organiques et des corps réducteurs s'effectue progressivement, ce qui implique une baisse du taux d'oxygène dissous de 400 % à Saujon, à 60 % à l'Eguille (4 km en aval). En aval de l'Eguille, la charge en matière organique s'amoindrit et la teneur en oxygène dissous réaugmente. Il faut noter que cette teneur en oxygène dissous n'a cependant jamais été inférieure à 50 % de la saturation. Les  $\text{DBO}_5$  passent alors de  $35 \text{ mg/l}$  à Saujon à  $9 \text{ mg/l}$  à La Grève.

Nous n'avons pu mettre en évidence une phase de dystrophisation dans cette eutrophisation mais il est fort probable qu'avant nos campagnes, après les fortes chaleurs du 26 au 30 juin, une dystrophisation se soit produite avec déplétion totale d'oxygène dissous, entraînant des fermentations anaérobies, pullulation de bactéries et dégagement d'hydrogène sulfureux. C'est ce phénomène qui a pu déclencher l'abondante mortalité de poissons en eau douce du 29-30 juin. Plusieurs centaines de kg de poissons morts ont été retirés à Saujon. Ce phénomène est très exceptionnel ; il fut observé en 1947 mais avec une moindre amplitude. En 1976, même les grosses anguilles n'ont pas résisté, ce qui indique que l'oxygène dissous a dû descendre en dessous de  $3 \text{ mg/l}$  (seuil létal pour les anguilles, HÉRAL et Coll., 1975).

#### IV. Conséquences ostréicoles.

##### 1° Mortalités d'huîtres adultes.

*En Seudre :* du 1<sup>er</sup> au 9 juillet, dans la haute Seudre, de nombreuses mortalités ont affecté des huîtres nées en 1975, encore fixées sur les collecteurs et leurs supports. Si l'on suit le cycle normal du travail de l'ostréiculteur, les collecteurs supportant les huîtres d'un an auraient dû être retirés de Seudre fin juin-début juillet (pour laisser la place aux collecteurs de l'année) mais près de la moitié de ceux-ci étaient encore sur les lieux. La perte fut environ de 45 % sur les parcs les plus atteints mais proche de 20 % dans la quasi-totalité des autres secteurs de la Seudre, 23 % sur collecteur ardoise et 18 % sur collecteur coquille Saint-Jacques (fig. 16).

Les eaux de la Seudre, fortement chargées en matières organiques, pauvres en oxygène, riches en nitrites, ont provoqué des mortalités de poissons en amont et d'huîtres en aval ; ces dernières étaient déjà fatiguées par les fortes températures subies et fragiles du fait du stade avancé de leur maturation sexuelle.

*Dans le bassin :* des mortalités assez faibles de l'ordre de 10 % furent signalées dans le sud du bassin sur les parcs de Chevalier, de Manson, à l'embouchure de la Seudre (Mus-du-Loup, Barat, Banc-de-Ronce). Elles furent attribuées aux fortes chaleurs auxquelles les mollusques étaient soumis à marée basse.

Des pertes plus importantes, variant de 10 à 80 % furent observées dans le secteur de Daire, où 3 000 t de sujets provenant des claires avaient été semés ; fatigués, sortant d'une eau à forte salinité (40 ‰) et température élevée, ils n'ont pas supporté un brusque changement de milieu ; l'accumulation des individus morts et l'absence de brassage due aux faibles coefficients de marées ont provoqué une baisse de l'oxygène dissous, causant un début de réaction en chaîne : auréole de mortalité autour des huîtres de claires.

L'absence de lésions internes ou externes et de tout parasite connu, constatée par COMPS, a confirmé la responsabilité des mauvaises conditions de l'environnement dans le phénomène.

## 2° Reproduction des huîtres.

### *En Seudre.*

L'étude de l'abondance des larves s'effectue par des pêches au filet. La méthode a été décrite par GRAS et Coll., 1971. Nous avons vu que la Seudre, perturbée par les rejets urbains et industriels présente, lors de conditions atmosphériques anormales, un milieu peu favorable à la reproduction et à la fixation des huîtres à cause des fortes salinités rencontrées, des faibles teneurs en oxygène dissous, et de la teneur en  $H_2S$  surtout lorsqu'on connaît la faible résistance des larves d'huîtres à des variations même faibles de ces paramètres (CALDWELL 1975). Ceci explique que les émissions du 30 juin, du 8 juillet et du 15 juillet n'ont pu évoluer correctement : peu d'huîtres se sont fixées en amont sur les collecteurs ; en aval de La Tremblade, quelques huîtres (5 par collecteur) se sont fixées à cette période.



FIG. 16. — Collecteurs de coquilles d'huîtres et St-Jacques en Seudre.

Dès le retour à la normale, après les pluies vers le 15 septembre, il s'est produit dans le bas de la Seudre une nouvelle fixation très importante (20 individus par  $dm^2$  de collecteur).

### *Dans le nord du bassin.*

Une seule émission assez importante a été détectée entre le 8 et le 11 juillet. Elle a évolué très rapidement (3 800 grosses larves le 22 juillet) en raison des meilleures conditions de développement apportées par les eaux océaniques. Ces fixations ont donné plus de 200 individus en moyenne par pieu et près de 900 individus par kilo de collecteurs en coquilles d'huîtres.

### *En Charente.*

Une émission de la même importance a été détectée le 20 juillet ; ces larves, probablement émises entre le 12 et le 15 juillet se sont développées dans de bonnes conditions : 3 300 grosses à la Moulière et 4 800 grosses aux Palles.

En résumé le captage dans l'ensemble du bassin de Marennes-Oléron a été moyen, inférieur à celui obtenu en 1971, 1973 et 1975 mais meilleur qu'en 1972 et 1974. Les salinités élevées rencontrées, voisines de 34 ‰, n'ont pas empêché l'évolution des larves de *Crassostrea gigas* car

les températures sont restées supérieures à 21° C (fig. 17). Il faut remarquer que dans les années de sécheresse, la Seudre n'est pas un bon secteur pour la reproduction des huîtres tant à cause des fortes salinités (36 ‰) que l'on y rencontre, qu'à cause de l'absence d'arrivée importante d'eau douce permettant une meilleure dilution des pollutions organiques. Il faut signaler que la mise en fonctionnement de la station d'épuration de la ville de Saujon et la réparation de l'écluse doivent améliorer assez rapidement l'état de la Seudre mais le problème du manque d'arrivée d'eau douce nécessaire pour abaisser la salinité lors des étés secs persistera.

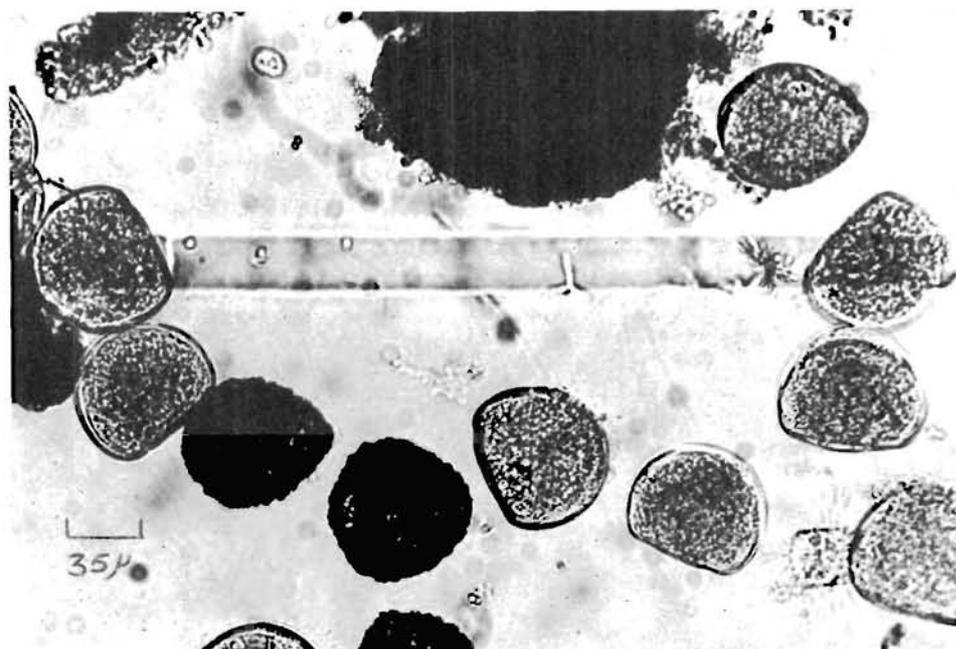


FIG. 17. — Larves de *C. gigas* au stade "petites".

### Conclusion.

L'étude des conséquences de la sécheresse dans le bassin de Marennes-Oléron a permis de mettre en évidence :

a) que le bassin peut être divisé en 5 grands secteurs assez homogènes et bien individualisés. Ceci nous permettra désormais de ne suivre régulièrement que chacun de ces secteurs et ce deux fois par mois. D'autre part ce travail a permis de définir les stations à suivre dans le cadre du Réseau National d'Observation.

b) L'importance de la Charente et de la Seudre dans l'hydrologie du bassin avec un fort apport de nitrates, silicates et phosphates.

c) Le rôle non négligeable du tripton mis en évidence par le faible pourcentage de chlorophylles actives, les fortes teneurs en phéopigments et les rapports élevés protéines/chlorophylles.

d) Les relations phytoplancton-hydrologie montrent que les chlorococcales abondent dans les eaux estuariennes, que les diatomées sont présentes dans l'ensemble du bassin et que *Prorocentrum micans* correspond aux eaux salées du bassin peu riches en sels minéraux. *P. micans* bien que présent en nombre parfois important ne peut pas être tenu pour responsable des mortalités d'huîtres observées.

e) Les mortalités d'huîtres sont restées faibles malgré les conditions météorologiques exceptionnelles, excepté en Seudre à cause de l'eutrophisation de ce secteur.

f) La Seudre, lors des années sèches, est un mauvais secteur pour le captage des huîtres à cause principalement de l'absence d'apport d'eau douce.

Il faut enfin signaler que le bassin de Marennes-Oléron malgré les apports des deux fleuves Charente et Seudre et malgré sa forte population d'huîtres, est un secteur encore en équilibre et en relative bonne santé car ces conditions météorologiques exceptionnelles ne nous ont pas permis de rencontrer des facteurs limitants pour l'écosystème tels que blooms d'eaux rouges, dystrophisation et fortes mortalités de bivalves.

*Manuscrit remis en mars 1978.*

#### BIBLIOGRAPHIE

- ANTIA (N.J.), Mc ALLISTER (C.D.), PARSONS (T.R.), STEPHENS (K.) et STRICKLAND (J.D.H.), 1963. — Further measurement of primary production using a large volume plastic sphere. — *Limnol. Oceanogr.*, **8** (2) : 166-183.
- BARON (G.), 1938. — Etude du plancton dans le bassin de Marennes. — *Rev. Trav. Off. Pêches marit.*, **11** (2) : 167-190.
- BENZECHI (J.-P.) et Coll., 1973. — Analyse des données. **1** : La Taxonomie, **2** : Analyse des correspondances. — DUNOD Edit.
- BERTHOMÉ (J.-P.), 1977. — Développement anormal du dinoflagellé *Prorocentrum micans* EHR. dans le bassin de Marennes-Oléron en juillet 1976. — *Cons. int. Explor. Mer, Com. Plancton*, n° L 9.
- CHARDY (P.), GLEMAREC (M.) et LAUREC (A.), 1976. — Application of inertia methods to Benthic Marine Ecology : Practical implications of the Basic options. — *Estuarine and coastal marine science*, **4** : 179-205.
- CALDWELL (R.S.), 1975. — Hydrogen sulfide effects on selected larval and adult marine invertebrate. — *Water Resour. Res. Inst.*, **31**, 27 p.
- COMPS (M.), BONAMI (J.R.), VAGO (C.) et RAZET (D.), 1976. — La mise en évidence d'une infection virale chez l'huître portugaise à l'occasion de l'épizootie 1970-1974. — *Science et Pêche, Bull. Inst. Pêches marit.*, n° 251.
- FEUILLET (M.), 1977. — Communication personnelle.
- GRAS (P.), COMPS (M.), DAVID (A.) et BARON (G.), 1971. — Observations préliminaires sur la reproduction des huîtres dans le bassin de Marennes-Oléron en 1971. — *Science et Pêche, Bull. Inst. Pêches marit.*, n° 207.
- HÉRAL (M.), 1977. — Nouvelles recherches en ostréiculture : Potentialités nutritives du bassin de Marennes-Oléron. — Colloque Océanexpo, septembre 1977. *Pêche maritime*.
- HÉRAL (M.), BERTHOMÉ (J.-P.), RAZET (D.) et GARNIER (J.), 1977. — La sécheresse de l'été 1976 dans le bassin ostréicole de Marennes-Oléron : aspects hydro-biologiques. — *Cons. int. Explor. Mer., Com. Benth. Crust. et Moll.*, n° K 20.
- HÉRAL (M.) et FRANÇOIS (Ph.), 1976. — Premières observations climatologiques en presqu'île guérandaise et en Brière. — *Bull. Soc. Sci. nat. Ouest-France*, **74**.
- HÉRAL (M.) et RAZET (D.), 1977. — Premières approches de la nourriture organique particulière de *Crassostrea gigas* dans les eaux du bassin de Marennes-Oléron. — *Cons. int. Explor. Mer., Com. Benth. Crust. et Moll.*, n° K 21.
- HOLM HANSEN (O.) et BOOTH (C.R.), 1966. — The measurement of adenosine triphosphate in the ocean and its ecological significance. — *Limnol. Océanogr.*, **11** : 510-519.
- HOTTELING (H.), 1933. — Analysis of a complex of statistical variables into principal components. — *J. Educ. Psychol.*, **24** : 417-441 et 498-520.
- I.S.T.P.M., 1972-1973. — Contribution à l'étude de l'envasement et de la pollution du bassin de Marennes-Oléron. — Rapport I.S.T.P.M. - D.D.E. à diffusion restreinte.
- Laboratoire central d'Hydraulique de France, 1975. — Etude des phénomènes hydrauliques régissant le bassin ostréicole de Marennes-Oléron. — Rapport D.D.E. de Charente-Maritime.
- LABORDE (P.), 1972. — L'adenosine triphosphate des microorganismes marins planctoniques. Rapports avec la biomasse et la productivité primaire. — Thèse 3<sup>e</sup> cycle Université Aix-Marseille.

- LE BORGNE-DAVID (A.), 1973. — Le phytoplancton des eaux superficielles du bassin de Marennes-Oléron et son incidence sur l'alimentation des huîtres. — Rapport I.S.T.P.M. à diffusion restreinte.
- LE BORGNE (A.) et PAULMIER (G.), 1974. — La conchyliculture française: Le milieu biologique. — *Rev. Trav. Inst Pêches marit.*, **38** (2): 283-298.
- MARTIN (A.G.), RIAUX (C.) et GRALL (J.R.), 1977. — Distribution de la matière organique particulaire dans l'estuaire de la Penzé (Nord-Finistère). — *J. Rech. Océanogr.* **2** (2).
- NIVAL (P.), MALARA (G.), CHARRA (R.) et BOUCHER (D.), 1972. — La matière organique particulaire en Méditerranée occidentale en mars 1970 (chlorophylles, protéines, glucides). Mission " Médiprod II " du " Jean Charcot ". — *Ann. Inst. Océanogr. Paris*, **48**: 141-156.
- NIVAL (P.), GOSTAN (J.), MALARA (G.) et CHARRA (R.), 1976. — Evolution du plancton dans la baie de Villefranche-sur-Mer à la fin du printemps (mai et juin 1971). II - Biomasse de phytoplancton, production primaire. — *Vie et Milieu*, **26** (1), Sér. B: 47-76.
- OWEN (G.), 1974. — Feeding and digestion in the bivalvia in " Advances in Comparative Physiology and Biochemistry ". — O. LOWENSTEIN Edit., **5**, Academic Press.
- PARSONS (T.R.), STEPHENS (K.) et STRICKLAND (J.D.H.), 1961. — On the chemical composition of eleven species of marine phytoplankters. — *J. Fish. Res. Bd. Can.*, **18**: 1001-1016.
- PAULMIER (G.), 1972. — Seston, phytoplancton et microbenthos en rivière d'Auray, leur rôle dans le cycle biologique des huîtres *Ostrea edulis*. — Thèse Université Provence, centre de Marseille Saint-Charles, 124 p.
- ROMANO (J.-C.), 1975. — Les adénosines 5 phosphate chez les algues planctoniques en culture et en zone eutrophe (golfe de Fos). Signification métabolique et écologique. — Thèse 3<sup>e</sup> cycle Université d'Aix-Marseille II.
- STRICKLAND (J.D.H.) et PARSONS (T.H.), 1968. — A practical hand book of sea water analysis. — *J. Fish. Res. Bd. Can.*, **167**: 1-3111.