

DIRECTION DES RESSOURCES VIVANTES

CONTRAT DE PLAN ETAT - REGION BRETAGNE

RELANCE DE L'HUITRE PLATE

Rapport d'avancement des travaux
(Année 1987)



DRV - Centre de Brest.

Station IFREMER
 12, rue des Résistants
 56470 La Trinité-sur-Mer
 Laboratoire SPGIM-IFREMER
 Ronce les Bains
 17390 La Tremblade

DIRECTION
 Direction des Ressources Vivantes
 DEPARTEMENT
 Ressources Aquacoles

AUTEUR (S) : Equipe Ressources Aquacoles de la Trinité-sur-Mer ; Pathologie et Génétique des Invertébrés Marins de la Tremblade	CODE : N° _____
TITRE RELANCE DE L'HUITRE PLATE <u>Ostrea edulis</u> L. Rapport d'avancement 1987	date : mars 1988 tirage nb : Nb pages : 68 Nb figures : 39 Nb photos : 13
CONTRAT (intitulé) Contrat de Plan Etat/Région Relance de l'huître plate N° <u>84/1210026/BF</u>	DIFFUSION libre <input type="checkbox"/> restreinte <input checked="" type="checkbox"/> confidentielle <input type="checkbox"/>

RÉSUMÉ

La situation zoonositaire reste inchangée en ce qui concerne l'extension des parasitoses, cependant à l'exception de la Baie de Saint-Brieuc, la virulence de Bonamia ostreae a diminuée et a permis de poursuivre les essais d'élevage à Cancale et de reprendre l'élevage en Baie de Quiberon.

Des essais réalisés avec le naissain d'écloserie obtenu à partir d'huîtres ayant résistées à la parasitose montre l'acquisition d'une certaine résistance. Les tests seront poursuivis en 1988 et au cours des prochaines années. Selon les résultats, l'effort de captage pourra être porté sur les zones où cette résistance pourrait être plus marquée.

Les travaux sur les modèles menés en pathologie fondamentale ont permis de mettre en évidence chez Crassostrea gigas un facteur de nature enzymatique doué d'une activité neutralisante vis-à-vis d'organismes pathogènes. Les recherches se poursuivent pour étudier la variabilité de ce facteur, éventuel critère de sélection d'individus résistants.

mots-clés : Ostrea edulis, épidémiologie, pathologie, hémocytes, échantillonnage, élevage.

key words : Ostrea edulis, epidemiology, pathology, hemocyt, sampling technics, breeding.



DIRECTION DES RESSOURCES VIVANTES

Plan de Relance de l'huître plate

Ostrea edulis L.

Rapport d'avancement 1987

Laboratoire Ressources Aquacoles
de la Trinité-sur-Mer

Station de Pathologie et de Génétique
des Invertébrés Marins
Ronces les Bains - La Tremblade

REALISATION

Responsable Scientifique : Dr. H. GRIZEL - La Tremblade

Responsable Administratif : G. de KERGARIOU - La Trinité/Mer

Equipe R.A. La Trinité/Mer

G. TIGE
A.G. MARTIN
C. LE BEC
A. LANGLADE
S. CLAUDE
N. COCHENNEC
G. AUDIC
Y. LE COGUIC

Equipe SPGIM La Tremblade

E. BACHERE
S. BOUGRIER
D. CHAGOT
U. BOULO

Dactylographie : E. LASSALLE

Avec la collaboration de :

- SATMAR - Production du naissain d'huîtres plates
- IFREMER Bouin - Prégrossissement du naissain
- Laboratoires CSRU du littoral Manche et Atlantique pour les prélèvements d'échantillons

SOMMAIRE

PREAMBULE	p 1
INTRODUCTION	p 2
I - EPIDEMIOLOGIE	p 3
1.1. Gisements naturels en secteurs ostréicoles	p 3
1.2. Gisements naturels hors secteurs ostréicoles	p 3
1.3. Huîtres d'élevage	p 6
II - ETUDE DES MECANISMES DE DEFENSE DES MOLLUSQUES	p 14
2.1. Introduction	p 14
2.2. Modèle huîtres - <u>Bonamia ostreae</u>	p 15
2.3. Modèle huîtres - virus	p 28
III - EFFET DU STRESS DU AU STOCKAGE DU NAISSAIN	p 36
IV - ESSAI DE SELECTION D'UNE SOUCHE D'HUITRES PLATES RESISTANTES A <u>BONAMIA OSTREAE</u>	p 42
V - MISE AU POINT D'UNE TECHNIQUE DE SUIVI D'ELEVAGE PAR ECHANTILLONNAGE EN BAIE DE QUIBERON	p 50
VI - BILAN CONCHYLICOLE	p 55
6.1. Résultats des élevages en cours	p 55
6.2. Evaluation du recrutement	p 56
6.3. Estimation des stocks d'huîtres plates sur le banc amodié de la Baie de Quiberon	p 61
VII - CONCLUSION	p 65

PREAMBULE

Les propositions de programme du présent travail résultent d'une réflexion commune avec la profession et les instances administratives régionales et nationales sur les problèmes que posent, en Bretagne, les maladies actuelles de l'huître plate. Des contacts réguliers avec les divers partenaires permettent d'analyser l'évolution de la situation tant sur le plan de la recherche que sur le plan conchylicole et d'actualiser ces programmes.

INTRODUCTION

A partir des résultats obtenus au cours des trois premières années des axes de recherche avaient été retenus. D'une part, des recherches fondamentales menées à la Station de Génétique et de Pathologie des Invertébrés Marins de la Tremblade, portant principalement sur l'étude des moyens de défense des mollusques face aux agents infectieux et d'autre part sur le terrain des essais zootechniques pour tester l'impact des manipulations ostréicoles sur le développement de la bonamiose et la résistance d'huîtres sélectionnées.

Le présent rapport fait état des résultats obtenus et présente l'évolution de la situation zoosanitaire générale ainsi que le bilan des principaux élevages d'huîtres plates réalisés en Bretagne.

I - EPIDEMIOLOGIE

La surveillance zoosanitaire réalisée par l'IFREMER porte sur les diverses espèces de mollusques en élevage (huîtres plates, huîtres creuses, palourdes), sur les gisements naturels et sur le cheptel d'importation. Cependant, compte-tenu des parasitoses qui sévissent toujours en Bretagne, les observations portent principalement sur le cheptel des gisements naturels d'huîtres plates bretons et des régions voisines (Normandie, Vendée), des zones d'élevages en eaux profondes et en terrains découvrants. Parallèlement des expériences sont en cours de développement dans plusieurs centres ostréicoles, les résultats seront examinés plus loin.

1.1. Gisements naturels en secteur ostréicole

1.1.A - Bretagne Sud

Le Golfe du Morbihan et les rivières situées à l'Est de la Baie de Quiberon restent fortement touchés par la marteilliose à l'exception toutefois de la rivière de St-Philibert (tableau 1). La prévalence en Marteilia n'atteint cependant pas les valeurs observées en 1984 en 1985. Les taux d'infestation par Bonamia sont faibles, ils ne dépassent les 5 % qu'en rivière de St-Philibert, zone la moins sensible à Marteilia.

1.1.B - Bretagne Nord

Peu d'observations ont été réalisées en 1987 sur les gisements naturels de Bretagne Nord (tableau 2). Il faut cependant noter la persistance de Marteilia et de Bonamia sur Loumergat, de B. ostreae à des taux très faibles en Rivière de Penzé. Dans le Trieux le Taux de Marteilia reste élevé. Par rapport aux observations des dernières années il faut retenir la persistance d'une forte prévalence en B. ostreae à Loumergat, la non observation de Marteilia dans le secteur Morlaix/Penzé et de Bonamia dans le Trieux.

1.2. Gisements naturels hors secteurs ostréicoles

Peu d'éléments nouveaux ont été obtenus en 1987, les gisements des grands Sables à Belle-Ile restent exempts de toute parasitose.

EVOLUTION DE LA SITUATION EPIDEMIOLOGIQUE EN BRETAGNE SUD DE 1983 A 1987

GISEMENTS	GOLFE DU MORBIHAN					RIVIERE D'AURAY					RIVIERE DE ST-PHILIBERT					RIVIERE DE CRACH					ETEL				
	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
classe d'âge année d'observation n	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1983	31 182 1	36 449 2.4	42 326 10	36 67 19		80 30 6.7	71 182 2.7				24 388 0.5	52 260 13		40 213 21		2.5 118 0		85 240 5					0 188 14		
1984		71.5 165 4.2	71 128 9	53 134 11		69.9 73 0	68.9 90 4.4	77.8 90 1.1	75 24 0		24.4 123 4	34.9 126 5.6	78.1 114 24.6		30.4 148 2.0	100 30 3	96.4 28 7.1			0 90 3.3		0 90 27.8			
1985	65 60 0	77.2 44 9.0	62.7 231 5.6	81.1 100 10		96.7 30 0	95.4 22 4.5	64.3 112 5.3	0 77 1.3		10.4 96 0	33.6 143 10.5	34.3 143 16.8	100 14 14.3		11.6 121 0	65.0 103 1.9	82.2 107 3.7					0 123 3.2		
1986		22.8 35 0	44.3 158 1.9	53.3 45 6.7		88.2 17 0	94.2 52 58	80.8 104 0.9			2.2 92 0	36.5 96 11.5	60.8 97 14.4	48.9 143 30.0		4.8 62 0	62.6 107 0.9	57.0 121 0.8					0 38 0	0 30 6.7	
1987		31.4 35 2.8		24 75 1.3		52.5 40 0	57.0 86 0	59.6 98 0	55.1 69 1.4	64 14 0		0 30 3	7 30 8	20 54 7		25 24 0	37.9 95 0	48.4 126 1.6	52.2 111 4.5	70.0 30 0					

n = année d'observation

-

n - x = année de captage = classe d'âge

EVOLUTION DE LA SITUATION EPIDEMIOLOGIQUE EN BRETAGNE NORD DE 1983 A 1987

GISEMENTS		RADE DE BREST					RIVIERE DE PENZE					RIVIERE DE MORLAIX					TRIEUX					PAIMPOL				
classe d'âge année d'observation		n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1983	%M	27.3	87.1	75.1				0	0.9				0	4								0	0	0.4		
	N	150	39	237				49	114				41	25								154	113	510		
	%B	0	0	0.8				0	2.6				2.4	12								2.6	1.8	9.6		
1984	%M	14.6	15	44.4	87.1		0	0.5	0.5					0		3.3		26.7	10		0	0	0			
	N	192	60	108	31		69	190	181				114			30		30	30		30	86	90			
	%B	0	0	1	0		0	0	1.1					6.1		3.3		6.7	0		0	8.1	4.4			
1985	%M	68.8	64.7	28.6			0	0	0					0		0	10	6.7	8							
	N	63	64	154			57	50	50					30		8	30	15	25							
	%B	7.1	3.1	1.6			0	2	0					0		0	0	6.7	0							
1986	%M		51.9	41				0	0				0	0		0	25.0	24.0	41.4				0	0		
	N		45	79				39	159				60	146		30	32	50	58				12	65		
	%B		16.4	6.7				6	0.6					2.7		0	3.1	0	4.2				0	4.6		
1987	%M			24.1				0						0			30.6	20	10							
	N			29				51						29			108	35	30							
	%B			13.8				2						34.4			0	0	0							

n = année d'observation - n - x = année de captage : classe d'âge

%M = prévalence en Marteilia refringens

N = nombre d'individus observés

%B = prévalence en Bonamia ostreae

1.3. Huîtres d'élevage

1.3.1. - Semis en terrains découvrants

L'élevage se poursuit avec des résultats variables dans le secteur de Paimpol (Baie de Launay - Port Lazo) - (tableau 3). Les semis 1985 et 1986 s'étaient brutalement infestés au cours de l'été 1986. Le premier fut relevé pour l'essentiel au cours de l'hiver 1986/1987, le bilan en terme ostréicole étant particulièrement mauvais, forte mortalité et croissance médiocre. Le semis 1986, en dépit de cette forte infestation en 18 mois a correctement évolué ; l'infestation ne s'est pas propagée et les bonnes conditions automnales ont permis d'obtenir en fin 1987 un produit de bonne qualité en 2 ans.

1.3.2. - Observations diverses

La mise en marché de naissain d'huîtres plates d'écloserie à partir de 1986 a provoqué la multiplication d'essais d'élevage, le tableau 4 dresse un bilan sommaire des résultats observés. Il faut retenir la permanence de Marteilia refringens :

- Rivière d'Auray : 30 cas sur 37,
- Trieux : 5 cas sur 34,

l'incidence des transferts et du mode cultural sur le développement de Bonamia (Bréhat - élevage sous longues lignes : 12 cas sur 31).

Dans l'Aber Benoit de fortes mortalités ont été observées sur des élevages à partir de naissain placé en suspension sans origine parasitaire. Des huîtres d'Arcachon affinées dans ce secteur ont révélé la présence de Bonamia et de Marteilia, l'origine des parasites (Arcachon ou Aber Benoit) est incertaine en l'absence d'examen initial.

1.3.3. - Elevage en eaux profondes

Les semis en eaux profondes se poursuivent sur 3 sites, Baie de Quiberon, Cancale et Baie de Saint-Brieuc. En Baie de Quiberon, le naissain capté sur coques de moules est pour l'essentiel ressemé sur place, une partie est négociée et semée à Cancale. A Cancale, deux groupes (HEPC, et la Cancalaise du Large) sont actuellement opérationnels ; la plus grande partie du naissain provient du captage sur tuiles réalisé au Pô, en Baie de Quiberon ; s'y ajoute du naissain sur coques de moules capté en suspension en Baie de Quiberon et en Méditerranée ainsi que du naissain d'écloserie (captage 86, écloserie d'HEPC). En Baie de Saint-Brieuc, la société Mahéo, poursuit son activité sur Binic et St-Quay-Portrieux à partir de naissain capté à Loumergat (en Rade de Brest). La surveillance zoosanitaire de ces semis se poursuit à raison d'un minimum de 4 échantillons par an.

1.3. Huitres d'élevage

1.3.1. Semis en terrains découvrants

PAIMPOL	CAPTAGE 84 semis 85			CAPTAGE 85 semis 86			CAPTAGE 86 semis 87			ECLOSERIE 86		
	N	Ma	Bo	N	Ma	Bo	N	Ma	Bo	N	Ma	Bo
février 1986	35	0	2									
mai 1986	120	0	6									
sept. 1986	100	0	29	100	0	23						
mars 1987	50	0	15	96	0	5						
sept. 1987				86	0	7	44	0	0	100	0	1
TOTAL	305	0	52	282	0	35	44	0	0	100	0	1

Tableau n° 3 : Bilan des observations réalisées à Paimpol
en terrains découvrants

Essais locaux - huitres d'écloserie

SECTEUR	ORIGINE HUITRES	TYPE D'ELEVAGE	N	Ma	Bo	OBSERVATIONS
Riv. d'Auray	Ecloserie 86	poches	37	30	0	
Aber Beno	Ecloserie 85	suspensions	15	0	0	Mortalités
Morlaix	Ecloserie 85	sol découvrant	20	0	0	
Morlaix	Ecloserie 85	sol eaux profondes	19	0	1	
Morlaix	Ecloserie 86	sol eaux profondes	14	0	0	
Trieux	Ecloserie 87	longues lignes	34	5	0	Mortalités
Paimpol	Ecloserie 86	poches	100	0	1	
Bréhat	Méditerranée	longues lignes	31	0	12	

Tableau n° 4 : Bilan des observations réalisées sur divers essais d'élevage

* BAIE DE QUIBERON

En Baie de Quiberon, zone d'élevage et de captage naturel, l'éradication réalisée en 1981 ne fut que partielle. Afin de conserver le stock de géniteurs nécessaire pour assurer le captage en Baie. Des opérations de captage sur coques de moules furent entreprises à partir de 1982 dans le cadre du Comité de Gestion des Bancs Amodiés. Parallèlement des entreprises développaient cette technique permettant d'obtenir du naissain à un coût moindre. Le stock issu de la reproduction 1982 fut anéanti durant l'hiver 1984/1985 suite à une infestation massive par Bonamia à partir de décembre 1984. Depuis cette période la prévalence diminue régulièrement (tableau 5). Au cours du 2ème semestre 1987 les prévalences observées sont de 7,6 % sur le captage 1983, 4,5 % sur le captage 1984 et 1,3 % sur le captage 1985.

* BAIE DE CANCALE

Depuis le premier semis réalisé en juillet 1982, 3 cycles d'élevage ont été réalisés en Baie de Cancale, le premier fut relevé en 2 ans, les deux autres le furent partiellement en 2 ans et le reliquat en 3 ans. Un quatrième cycle arrive à terme, mais ne sera guère terminé avant mars 1988.

Les taux de recapture furent respectivement de :

- 29,4 % pour le semis 1982
- 36 à 40 % pour le semis 1983
- 22 % pour le semis 1984

Compte-tenu de la prévalence observée en cours d'élevage, il apparait que les variations du taux de recapture tiennent davantage aux problèmes zootecniques rencontrés qu'aux variations de l'état zoosanitaire du cheptel (tableau 6). Les plus fortes infestations ont été observées sur les semis de 1983 et 1985 ; la parasitose se développe à l'âge de 2 ans et au cours de l'hiver. Dans le premier cas, elle survient après une "pousse" automnale très médiocre mais n'a pas eu de conséquences sensibles sur la mortalité ultérieure. Dans le second elle se produit après un envasement des semis qui a nécessité leur hersage. Par la suite il n'y a pas eu de modification de la prévalence. Le relevage n'est pas encore terminé, mais compte-tenu des tonnages mis à terre pour la fin décembre 1987 le taux de recapture sera au minimum de 20 %.

* BAIE DE SAINT-BRIEUC

Les premiers semis réalisés en 1983 et 1984 avaient évolué de manière satisfaisante. La prévalence en Bonamia croissait avec l'âge mais sans atteindre des valeurs critiques et sans qu'il ne se produise de mortalité anormale.

Le semis de 1985 s'est développé correctement au cours des premiers mois, par contre la reprise de la croissance au printemps 1986 fut tardive.

BAIE DE QUIBERON (Banc Amodié)

Cohorte		Captage 1982 Semis 1982			Captage 1983 Semis 1983			Captage 1984 Semis 1984			Captage 1985 Semis 1985			Captage 1986 Semis 1986		
Nb. d'huîtres semées		2.5 à 6 millions			0.5 à 0.8 million			16 millions			11 millions			0.6 million		
Observations		N	NBo	%Bo	N	NBo	%Bo	N	NBo	%Bo	N	NBo	%Bo	N	NBo	%Bo
année n + 1	1er semestre	413	2	0.5	326	0	0	193	0	0	315	1	0.3	217	0	0
	2è semestre	200	1	0.5	150	3	2	133	1	0.75	40	1	2.5	/	/	/
année n + 2	1er semestre	270	7	3.3	180	7	3.9	108	7	6.5	202	2	1			
	2è semestre	240	29	12.1	150	11	7.3	29	0	0	150	2	1.3			
année n + 3	1er semestre	183	59	32.2	109	11	10.1	/	/	/						
	2è semestre	120	25	20.8	50	4	8.0	/	/	/						
année n + 4	1er et 2ème semestre				249	19	7.6									
Tonnage relevé Estimation juin 1987		néant			112 500			néant mortalité massive au moment du semis			4.4 Mr ± 1.6					
Taux de recapture					14 < S < 22						30 %					

Tableau 5 : Bilan des semis réalisés en eaux profondes en Baie de Quiberon de 1982 à 1987

(N = Nombre d'huîtres examinées ; NBo = Nombre d'huîtres infestées par Bonamia ostreae

%Bo = Pourcentage d'huîtres infestées)

BAIE DE CANCALE

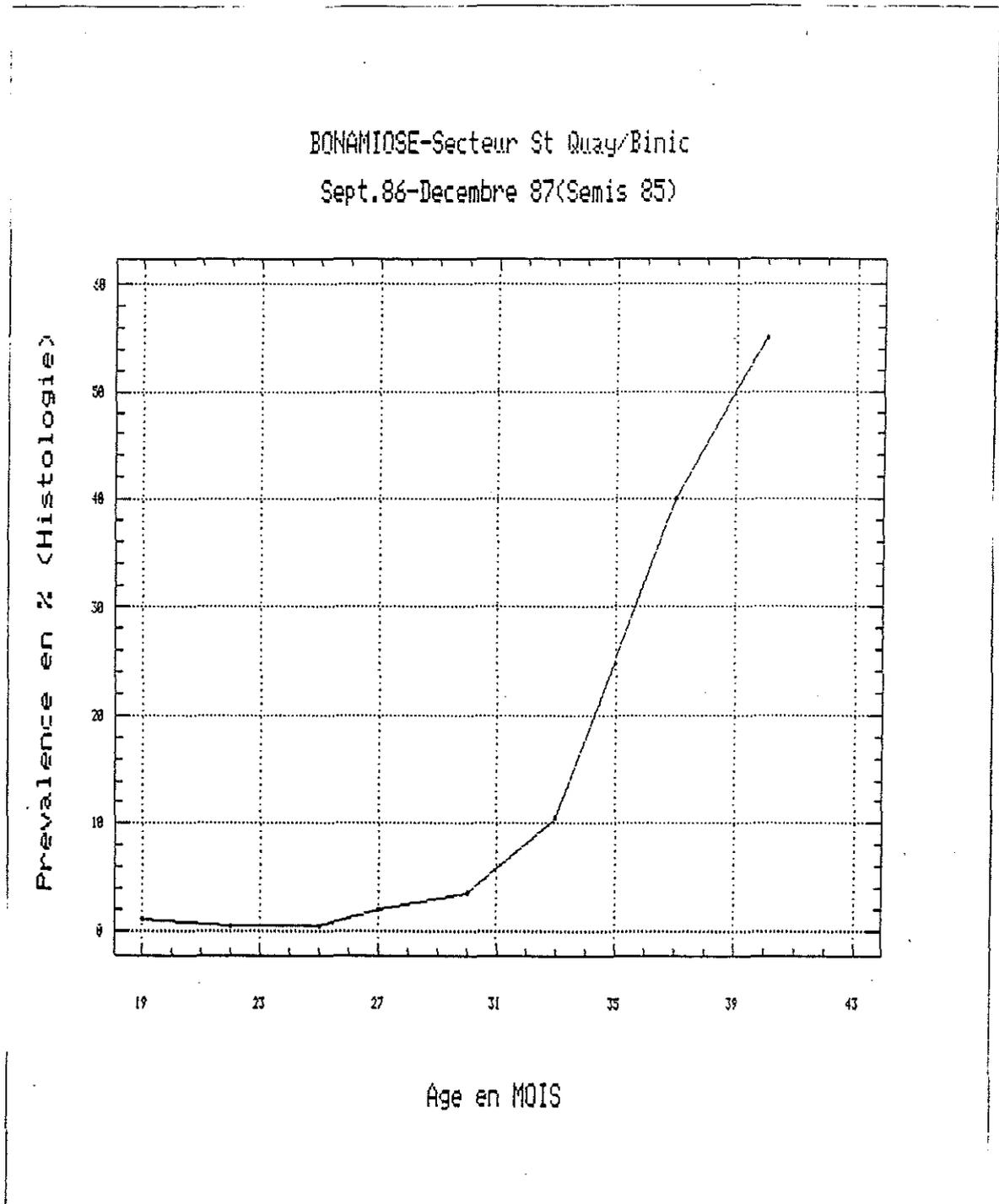
Cohorte		Captage 1981 Semis 1982			Captage 1982 Semis 1983			Captage 1983 Semis 1984			Captage 1984 Semis 1985			Captage 1985 Semis 1986			Captage 1986 Semis 1987		
Nb d'huîtres semées		8.5 millions			43.1 millions			31.7 millions			46.4 millions			33.6 millions			4.8 millions		
Observations		N	NBo	%Bo	N	NBo	%Bo	N	NBo	%Bo	N	NBo	%Bo	N	NBo	%Bo	N	NBo	%Bo
année n + 1	1er semestre	1638	3	0.18	940	1	0.1	833	0	0	477	0	0	386	0	0	335	0	0
	2è semestre	597	2	0.3	355	0	0	180	2	1.1	80	2	2.5	250	0	0	50		
année n + 2	1er semestre	600	1	0.16	180	1	0.5	160	3	1.9	200	1	0.5	200	0	0			
	2ème semestre	441	0	0	220	5	2.3	260	4	1.5	150	0	0	300	11	3.7			
année n + 3	1er semestre				230	23	10.0	302	3	1.0	300	27	9.0						
	2è semestre				130	11	8.5	150	3	2.0	194	18	9.3						
Tonnage relevé		140 tonnes			650 tonnes			300 tonnes			relevage partiel 2 ans + 3 ans = 447 tonnes								
Taux de recapture		29,4 %			35 à 40 %			22 %			20 %								

Tableau 6 : Bilan des semis réalisés en eaux profondes à Cancale de 1982 à 1987

(N = Nombre d'huîtres examinées ; NBo = Nombre d'huîtres infestées par Bonamia ostreae
%Bo = pourcentage d'huîtres infestées).

Selon des observations réalisées dans le cadre du programme "déterminisme du recrutement de la coquille Saint-Jacques" l'année 1986 est marquée par l'absence de bloom phytoplanctonique au printemps (Sournia A. 1987).

A partir de l'automne la prévalence croît régulièrement pour atteindre en décembre des pourcentages de 65 % sur Binic et 46 % sur Saint-Quay Portrieux, créant ainsi des foyers infectieux qui contaminent les semis voisins, y compris celui de 1987 (tableau 7).



BAIE DE SAINT-BRIEUC

Cohorte		Captage 1981 Semis 1982			Captage 1982 Semis 1983			Captage 1983 Semis 1984			Captage 1984 Semis 1985			Captage 1985 Semis 1986			Captage 1986 Semis 1987		
Nb. d'huîtres semées		51 tonnes Plouha			25 tonnes St-Quay Portrieux			3 tonnes St-Quay Portrieux			19 tonnes (B=Binic, StQ=St-Quay)			5 tonnes St-Quay Portrieux			5 tonnes Binic		
Observations		N	NBo	%Bo	N	NBo	%Bo	N	NBo	%Bo	N	NBo	%Bo	N	NBo	%Bo	N	NBo	%Bo
année n + 1	1er semestre							121	0	0	218	0	0				94	0	0
	2è semestre	600	0	0	260	0	0	60	0	0	60	0	0	150	0	0	100	0	3
année n + 2	1er semestre	500	0	0	180	1	0.5	80	0	0	StQ 200 B 200	0 3	0 1.5	200	3	1.5			
	2è semestre	460	0	0	150	1	0.7	100	4	4	StQ 150 B 150	0 3	0 2	200	9	4.5			
année n + 3	1er semestre	360	0	0	80	2	2.5	175	9	5.1	StQ 200 B 200	12 16	6 8						
	2è semestre	330	0	0	150	19	12.7	150	9	6.0	StQ 150 B 200	65 103	43.3 52						
Tonnage relevé		15 à 20 tonnes			300 tonnes			20 tonnes											
Taux de recapture																			

Tableau 7 : Bilan des semis réalisés en eaux profondes en Baie de Saint-Brieuc de 1982 à 1987

(N = Nombre d'huîtres examinées ; NBo = Nombre d'huîtres infestées par Bonamia ostreae ;
%Bo = pourcentage d'huîtres infestées)

CONCLUSION

Sur le plan géographique, la situation reste inchangée en ce qui concerne l'extension des parasitoses. Les résultats des élevages dépendent de l'évolution de la bonamiose qui elle même est liée aux aléas zootechniques ou climatologiques. D'une manière générale les résultats ont été bons en eaux profondes depuis la reprise des élevages mais l'accident tel celui survenu en Baie de Saint-Brieuc cette saison n'est pas à écarter. Il serait intéressant de trouver un témoin qui puisse servir d'indicateur avant le développement massif de l'infestation.

PLAN II

PATHOLOGIE EXPERIMENTALE

2.1 Introduction

Dans la continuité des travaux réalisés en 1986, nous avons abordé la mise au point de modèles d'immunopathologie, spécifiques aux mollusques marins, afin d'étudier les réactions cellulaires et humorales des hôtes Ostrea edulis et Crassostrea gigas en présence d'agents pathogènes spécifiques ou non.

Les études ont porté en priorité sur le modèle Huîtres-Protozoaires, le choix de ce dernier étant dicté par l'importance de l'impact de Bonamia ostreae sur la culture de l'huître plate, et par la possibilité de disposer du parasite purifié (Mialhe et al.). En parallèle, a également été abordé la mise au point d'un modèle d'étude Huître-Virus. En effet, ce type de germes est particulièrement pathogène pour les Mollusques comme l'atteste la disparition de l'huître portugaise lors d'une épizootie à Iridovirus dans les années 1970.

Le caractère innovateur de la plupart de ces expériences a nécessité, et nécessite encore, la mise au point de procédés et l'adaptation de microtechniques.

Les principales questions auxquelles il faut tenter de répondre sont :

- Quels sont les facteurs cellulaires et humoraux qui interviennent dans la reconnaissance du non-soi ?
- Y-a-t-il ou non des facteurs sériques favorisant l'inactivation ou la phagocytose, des agents pathogènes, si oui lesquels ?
- Quels sont les mécanismes effecteurs pour contrôler les infections parasitaires lorsque le parasite est dans les cellules ?
- Quel est le rôle des différents types cellulaires de l'hémolymphe ?
- Quels sont les mécanismes régulateurs de ces cellules et où prennent-elles naissance ?
- Quels sont les mécanismes d'échappement des agents pathogènes ?

L'étude pour le modèle Bonamia ostreae - huître a été conduite avec Ostrea edulis, genre sensible et Crassostrea gigas, genre non-sensible, B. ostreae n'ayant jamais été diagnostiqué sur C. gigas élevée dans un environnement très infecté par ce parasite. La comparaison des systèmes employés par ces huîtres pour réagir vis-à-vis d'un agent pathogène déterminé est de nature à apporter plus rapidement des réponses aux questions posées et de permettre, ainsi, d'envisager des recherches nouvelles susceptibles de déboucher sur des applications (thérapeutique, hybridation, sélection, manipulation génétique).

2.2. Modèles huîtres - BONAMIA OSTREAE

2.2.1. Matériel et méthodes

a) Huîtres

Des huîtres plates O. edulis parasitées sont pêchées par dragage dans la Baie de Quiberon. Ce site est atteint par la bonamiose, les taux d'infection variant de 0 % à 30 % en fonction de l'âge et de la période (Grizel, 1985). Des huîtres plates exemptes de Bonamia, âgées de 2 à 3 ans, proviennent de l'étang de Thau. Cette population a été contrôlée par examens histologiques effectués dans le cadre du suivi épidémiologique depuis plusieurs années. En outre, des contrôles sont réalisés lors de chaque expérience. Des huîtres creuses C. gigas (2 ans) sont récoltées dans les élevages surélevés situés dans le bassin de Marennes-Oléron.

b) Bonamia ostreae

Protocole de purification

Les parasites sont purifiés selon le protocole établi par Mialhe et al. (sous presse) et schématisé sur l'annexe I. Suite à la centrifugation isopycniqne sur gradient discontinu de Percoll, les parasites sont localisés aux interfaces 50-60 % et 60-70 %. Seule, cette dernière est prélevée en raison de sa moindre contamination par des microorganismes. Cette fraction 60-70 % est alors diluée dans de l'eau de mer filtrée (0.22 µm), puis centrifugée (3000 g, 30 mn, 4°C) sur coussin de sucrose 20 % afin d'éliminer le Percoll résiduel.

Test de viabilité

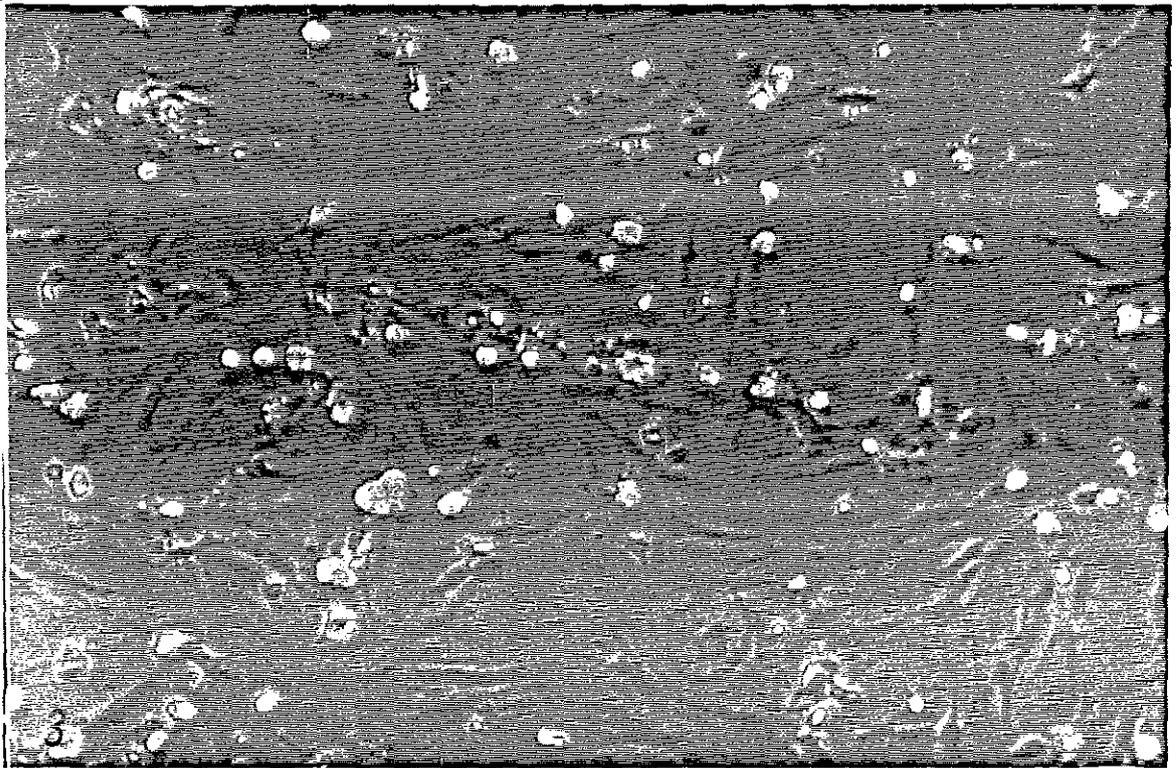
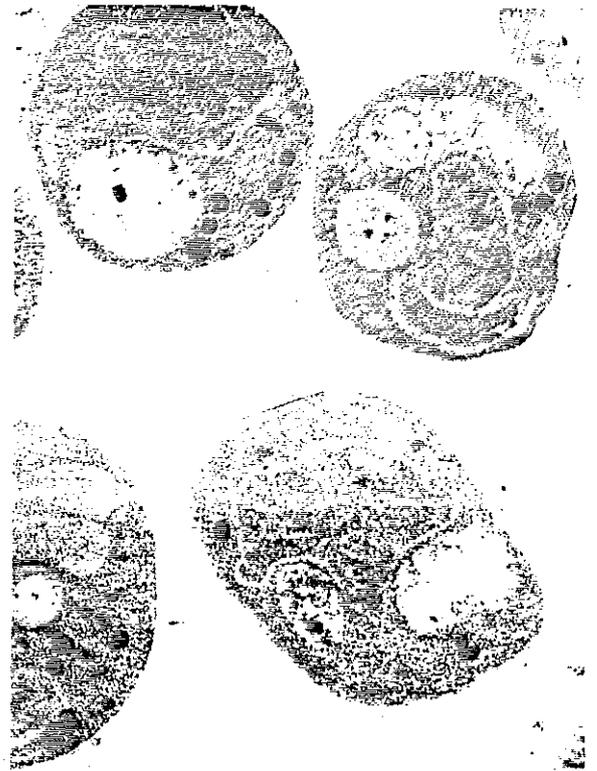
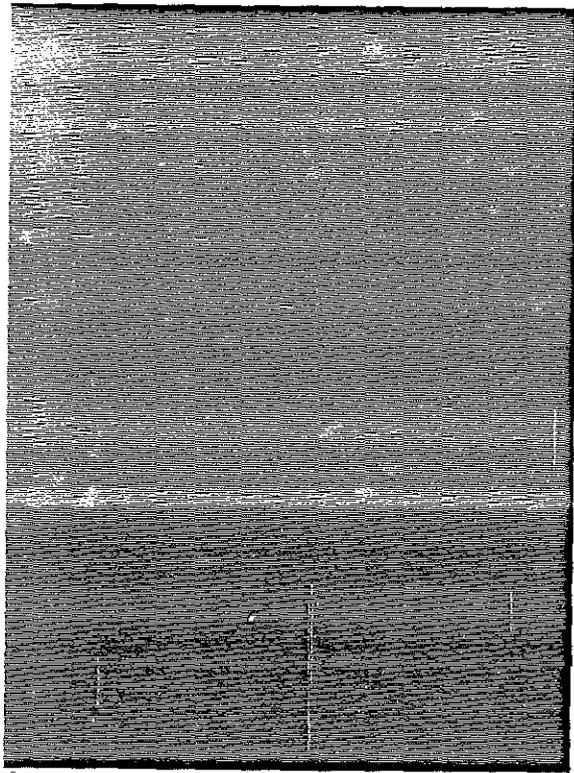
La viabilité des cellules parasites est vérifiée en fin de purification selon un test à l'acridine orange (0.1 mg/100 ml eau de mer stérile) (Parks et al., 1979). Lors de l'examen au microscope à épifluorescence, les cellules vivantes émettent une fluorescence verte (acridine) alors que les cellules mortes apparaissent orange (bromure d'éthidium) (fig. 1).

PLANCHE 1

Figure 1 : Test de viabilité de Bonamia ostreae (X 1000)

Figure 2 : Bonamia ostreae - cellules purifiées (X 20000)

Figure 3 : Primoculture d'hémocytes de Crassostrea gigas, contraste de phase (X 800)



Comptage des parasites

La cellule de Malassez est une cellule à numération globulaire de 0.2 mm de profondeur. Chaque quadrillage de la grille correspond à un volume de 0.01 ul dans lequel on dénombre X cellules. A partir d'une valeur moyenne X établie sur 20 comptages, il est possible de quantifier le nombre de cellules présentes dans un volume donné. Le comptage de B. ostreae est effectué par examen au grossissement 480. Le parasite est reconnaissable à l'état frais par ses granules réfringents.

Test de contamination

La contamination microbienne des suspensions de parasites purifiés est estimée par dépôt sur milieu nutritif gélosé (T.S.A., Difco) d'une série de dilutions. Les colonies bactériennes sont comptées après 24 heures de culture, les valeurs obtenues sont toujours inférieures à 1 colonie pour 100 parasites.

Intégrité ultrastructurale

L'examen en microscopie électronique de parasites purifiés montrent que leur morphologie est tout à fait similaire à celle décrite pour des formes intracellulaires observées sur des coupes de tissus (fig. 2).

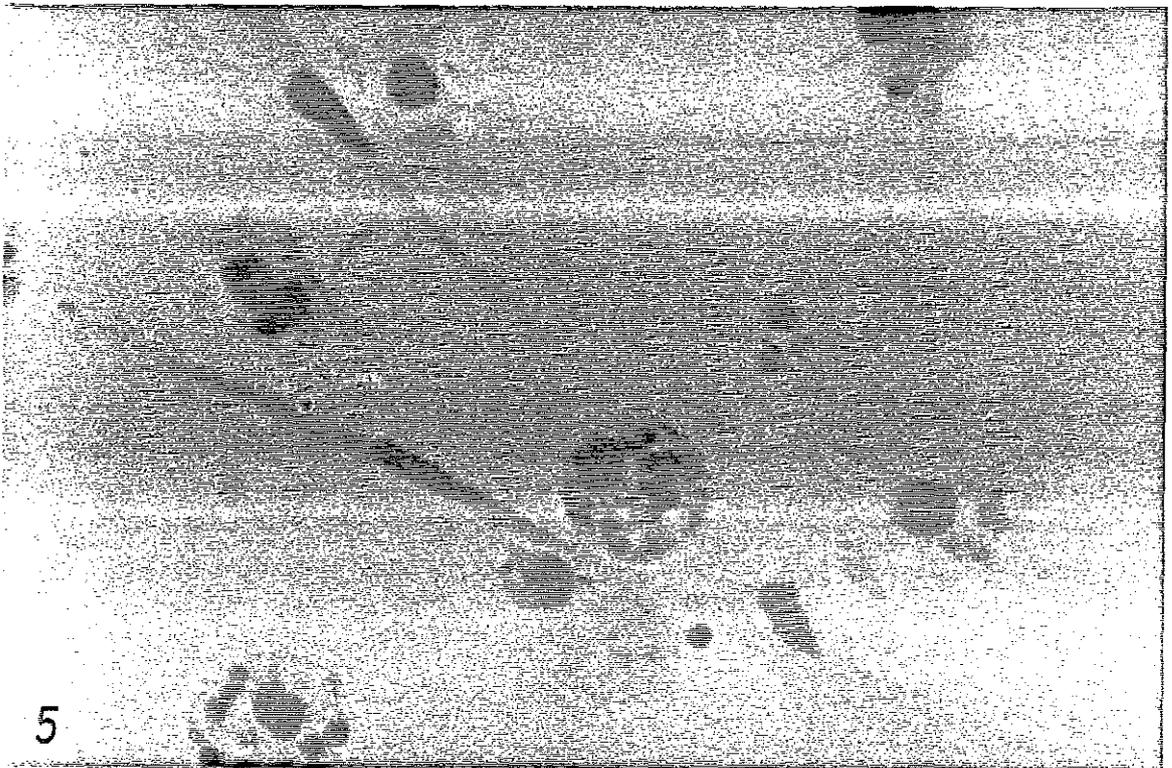
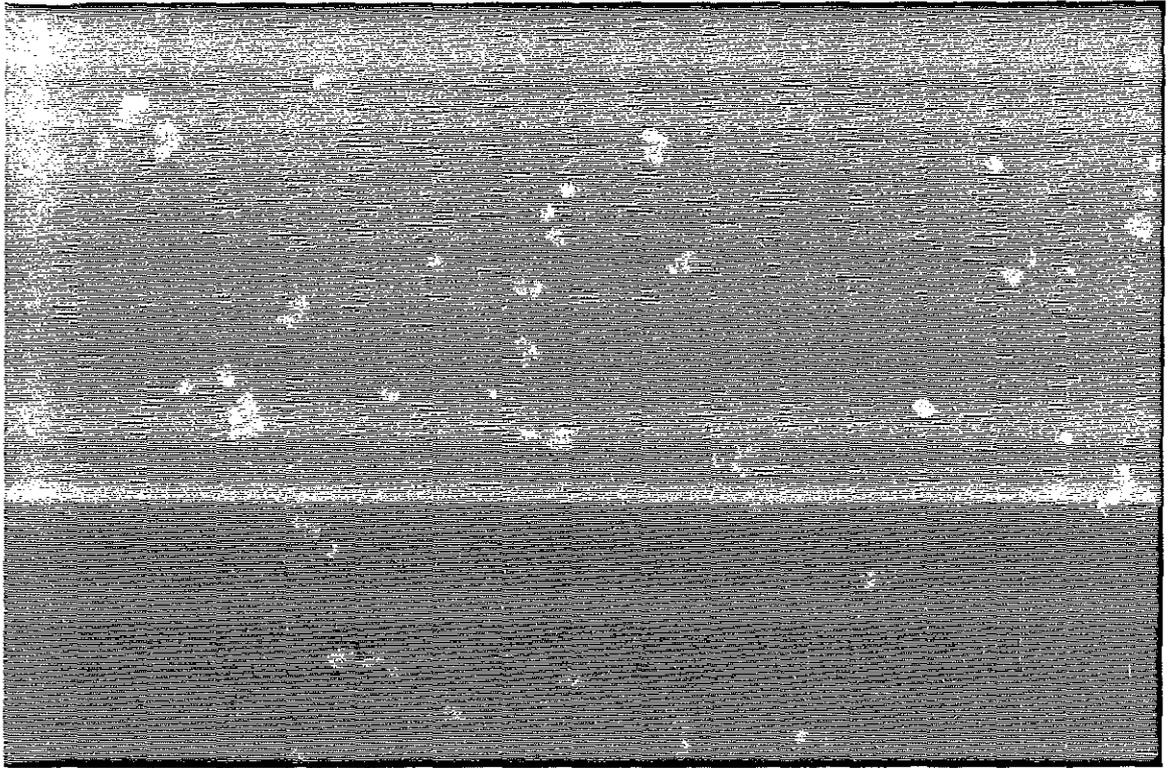
c) Culture cellulaire

L'environnement des bivalves, dans le milieu naturel ou au laboratoire, est relativement contaminé par divers types de microorganismes (bactéries, levures) et de protozoaires (amibes, ciliés). La majorité des tissus de ces animaux étant en contact direct avec l'environnement, une désinfection efficace doit nécessairement précéder la mise en culture des tissus afin d'éviter le développement ultérieur de ces contaminants. Le protocole retenu consiste à effectuer une série de lavages des organes de l'huître avec de l'eau de mer stérile à laquelle est additionné du détergent Tween 80 à raison de 1 %. Les huîtres sont préalablement ouvertes avec soin par section du ligament et du muscle adducteur, la cavité péricardique ne devant absolument pas être lésée. Une ponction lente de l'hémolymphe est alors effectuée directement dans la cavité péricardique en évitant l'obstruction de l'aiguille par le coeur. Dans ces conditions, 200 à 500 ul d'hémolymphe sont assez régulièrement prélevés. Les hémocytes sont comptés à la cellule de Malassez. La mise en culture des hémocytes (50 000) est effectuée soit sur lamelle déposée dans une boîte de culture (Nunc, 35 mm), soit dans un tube type Eppendorf. La composition du milieu de culture a été établie par Boulo U. sur la base des caractéristiques physicochimiques de l'hémolymphe des bivalves.

PLANCHE 2

Figure 4 : Primoculture d'hémocytes d'Ostrea edulis, immunofluorescence (X 1000)

Figure 5 : Primoculture d'hémocytes de Crassostrea gigas, coloration Hémacolor (X 1200)



d) Infection in vitro d'hémocytes par Bonamia

L'élaboration du protocole d'infection in vitro et les différentes expérimentations sont présentées en détails dans la partie résultats.

Les différentes expériences ont été réalisées avec des lots de 10 huîtres des deux espèces à partir desquelles ont été préparées deux ou trois séries de primocultures d'hémocytes. Ainsi l'hémolymphe de chaque huître est répartie en cultures témoin et expérimentales.

L'analyse histologique de ces cultures s'effectue par identification et comptage des différents types hémocytaires et des parasites intracellulaires. Pour chaque culture une centaine d'hémocytes est examinée et le nombre de parasites par type cellulaire est noté.

e) Histologie

Microscopie photonique

Les cellules cultivées sur lamelle histologique ou prélevées dans le surnageant de culture, sont lavées avec du tampon HN (Hepes 20mM, NaCl 0.5M, pH 7.8), séchées à l'air puis fixées soit par le méthanol pour une coloration hématologique (kit Hémacolor Merck), soit par l'acétone (10 mn) pour une préparation en immunofluorescence indirecte.

Dans ce dernier cas, les lames sont incubées en chambre humide (30 mn, T° labo) avec une solution d'anticorps monoclonal 20B2, spécifique de B. ostreae, dilué (100ug/ml) dans un tampon phosphate (Diagnostic Pasteur). Après lavage avec le même tampon, les lames sont incubées comme précédemment avec une solution d'anticorps de chèvre (anti IgG de souris) couplés à l'isocyanate de fluorescéine (Diagnostic Pasteur) (dilution 1/100 dans le même tampon, Bleu Evans 0.1%). Les lames sont lavées à nouveau, montées dans un tampon glycérine et examinées au microscope à épifluorescence.

Microscopie électronique

Les cellules en suspension sont fixées (vol/vol) dans un mélange contenant du glutaraldéhyde (1.75 %) et du paraformaldéhyde (2 %) tamponné par du cacodylate (HCL 0.1 M, pH 7.4-7.6). L'osmolarité est ajustée à 1 000 mOsm par du sucrose. Une post-fixation est effectuée par du tétraoxyde d'osmium à 1 %. Après fixation, les cellules sont incluses dans un culot d'agarose, puis successivement déshydratées et imprégnées d'épon par un passage dans un automate (Ultraprocesseur, LKB). Des coupes d'épaisseur 600 à 900 Å sont contrastées à l'aide d'un automate (Ultrastainer LKB) par l'acétate d'uranyle aqueux et le citrate de plomb. Les observations sont effectuées au microscope électronique Jeol 1 200 CX.

f) Immunodosage enzymatique

La présence et la quantité d'antigènes parasitaires dans une culture peuvent être estimées par immunodosage enzymatique de type direct. Les cultures (600 ul) sont congelées aux différents temps de l'expérience, puis diluées dans de l'eau distillée (1 ml) au moment du dosage.

Dans ces conditions, les hémocytes subissent des altérations irréversibles des membranes qui favorisent l'accessibilité des anticorps aux parasites intracellulaires.

Les suspensions cellulaires sont ensuite déposées dans les puits de plaque de microtitration de type GV (Millipore), puis concentrées et adsorbées par aspiration sur la membrane Durapore (0.22 um) qui constitue le fond des puits.

Après séchage à l'étuve (37° C), et afin d'éviter les fixations non spécifiques ultérieures des anticorps, la plaque est saturée pendant 2 heures, à température ambiante (Tris 10mM, NaCl 90mM, Tween 20 à 1 %, BGG 1 %, BSA 1 %). Pour chaque expérience, une culture d'hémocytes témoin est incubée avec la solution de saturation (1 heure, température ambiante). Les autres puits sont incubés avec une solution de l'anticorps monoclonal 20B2 spécifique d'un épitope membranaire de B. ostreae (Boulo et al., sous presse). Cet anticorps, couplé à la phosphatase alcaline est utilisé après dilution au 1/1000ème dans un tampon (Tris 10mM, NaCl 90mM, Tween 20 0.5 %, BGG 1%). Plusieurs lavages sont ensuite effectués (NaCl 90 mM) pour éliminer l'anticorps non fixé.

Enfin, chaque puit est incubé avec une solution de substrat soluble, le NPP (nitrophenyl phosphate), dilué dans le tampon diéthanolamine (5 %, pH = 9.8). La présence d'anticorps spécifiques de B. ostreae couplés à l'enzyme et fixés sur les parasites, est révélée par la coloration du produit de transformation du NPP. La densité optique (DO), mesurée à 405 nm à l'aide d'un lecteur de microplaques Titertek est proportionnelle à la quantité de parasites.

2.2.2. Résultats

a) Elaboration d'un protocole d'infection in vitro

Les hémocytes d'O. edulis et de C. gigas, prélevés aseptiquement, se fixent assez rapidement (15 minutes environ) sur la lamelle de verre placée dans la boîte de culture. Cette observation directe au microscope inversé à contraste de phase est confirmée lors de l'examen des préparations fixées et colorées. Par cette technique les différents types d'hémocytes sont aisément identifiés : petits hyalinocytes (pH), grands hyalinocytes (gH), granulocytes (G) et granulocytes dégranulés (Gd) (fig. 3).

L'infection des cultures in vitro d'hémocytes avec des parasites purifiés a été réalisée initialement avec des multiplicités d'infection de 1, 5 et 10 parasites par hémocytes (p/h). Les cultures d'hémocytes d'O. edulis ont été examinées deux heures après l'infection. En immunofluorescence il est impossible d'identifier de façon sûre les parasites (fig. 4). Par contre, les préparations colorées permettent de reconnaître les parasites et de préciser leur localisation extra ou intracellulaire (fig. 5). Ainsi, il apparaît qu'une multiplicité d'infection de 5 parasites par hémocyte (p/h) soit à retenir pour des quantifications fiables de parasites. En effet, pour une multiplicité d'infection de 1 p/h, très peu de cellules parasitées sont présentes par champ d'observation. Pour une multiplicité d'infection de 10 p/h, le nombre de parasites dans certaines cellules est trop important pour être estimé sûrement. L'examen des échantillons équivalents en immunofluorescence s'avère plus délicat pour préciser la localisation de certains parasites. De plus, l'identification des différents types d'hémocytes est pratiquement impossible (fig. 4). Le délai de contact hémocyte-parasite nécessaire à la pénétration de ce dernier a été déterminé expérimentalement chez O. edulis et C. gigas. Deux durées ont été comparées, 30 mn et 2h. Au sein de chaque espèce, et pour chaque type cellulaire, les taux d'infection n'évoluent pas de façon significative entre 30 mn et 2 h (selon un test de comparaison de séries appariées, STAT. ITCF). Seul le nombre de parasites augmente très faiblement dans quelques rares cellules.

b) Protocole expérimental retenu

Sur la base de ces observations, plusieurs paramètres expérimentaux ont été retenus :

- Mise en culture de 50 000 hémocytes (environ 50 ul)
- Infection expérimentale des hémocytes une 1/2 heure au minimum après leur mise en culture in vitro (temps de fixation des hémocytes).
Multiplicité d'infection de 5 parasites par hémocyte.
Incubation des hémocytes avec les parasites pendant 2h.
- Elimination du surnageant de culture, deux heures après l'infection.
Lavage des cultures pour éliminer les parasites et les microorganismes libres.
Addition de milieu de culture.
- Examen des cultures aux différents temps expérimentaux, lavage, fixation et coloration (Hémacolor).

c) Etude des interactions hémocytes-Bonamia

Ultrastructure des cellules infectées

Des cultures d'hémocytes infectées expérimentalement ont été fixées aux temps de 30 mn et 2 h, puis traitées pour la microscopie électronique.

Les examens confirment la réceptivité des différents types hémocytaires chez les deux espèces. De nombreuses images des différentes étapes de phagocytose sont observées chez les granulocytes. Des pseudopodes englobent progressivement la cellule parasitaire (fig. 6). Finalement, celle-ci se trouve à l'intérieur d'une vacuole parasitophore qui est dans certains cas accolée à des lysosomes (fig. 7). Parfois, des parasites présentant des figures de dégénérescence sont reconnaissables au sein des vacuoles (fig. 8).

Des hyalinocytes parasités ont été observés chez les deux espèces (fig. 9). Les parasites intracellulaires sont généralement inclus dans une vacuole de la cellule hôte (fig. 10) bien que certains apparaissent libres dans le cytoplasme (fig. 11).

Mécanismes de reconnaissance et de pénétration

A - Incubation de *Bonamia ostreae* avec les anticorps monoclonaux 20B2 et 15C2

Préalablement à sa mise en contact avec des hémocytes, le parasite est incubé pendant 1 h avec une solution des deux anticorps monoclonaux 20B2 et 15C2 (100 µg/ml eau de mer stérile) spécifiques d'épitopes membranaires de *Bonamia ostreae*. Les résultats des taux d'infections obtenus dans ces conditions sont présentés dans les tableaux 1 et 2. La réduction des taux d'infection hémocytaires est significative chez *O. edulis* et non significative chez *C. gigas* (même test que précédemment).

B - Traitement des hémocytes par la cytochalasine B

Des cultures d'hémocytes d'*O. edulis* et de *C. gigas* ont été traitées par la cytochalasine B en solution dans du DMSO, diluée dans de l'eau de mer stérile (10 µg/ml). Un témoin DMSO seul à la même concentration (1 %) a été réalisé. Après incubation des hémocytes avec les différentes solutions (1h, 18° C) les cellules sont infectées avec des parasites purifiés.

La cytochalasine B se fixe sur les molécules d'actine et inhibe la locomotion cellulaire et la phagocytose (Stuart et al., 1985). Le DMSO est utilisé comme solvant de ce produit. Comparativement aux témoins les taux d'infections hémocytaires, suite à ce traitement, sont chez les deux espèces, considérablement réduits pour les hyalinocytes et nuls pour les granulocytes, (tableaux 1 et 2). Les mêmes tests statistiques montrent qu'il n'y a pas de différence significative entre les témoins et les cultures traitées par le DMSO.

Figure 6 : Phagocytose d'un parasite (Bonamia ostreae) par un granulocyte (G) (X 40000)

Figure 7 : Lysosomes (L) accolés au phagosome (P) (X 150000)

Figure 8 : Dégénérescence du parasite (Bonamia ostreae) (X 37000)

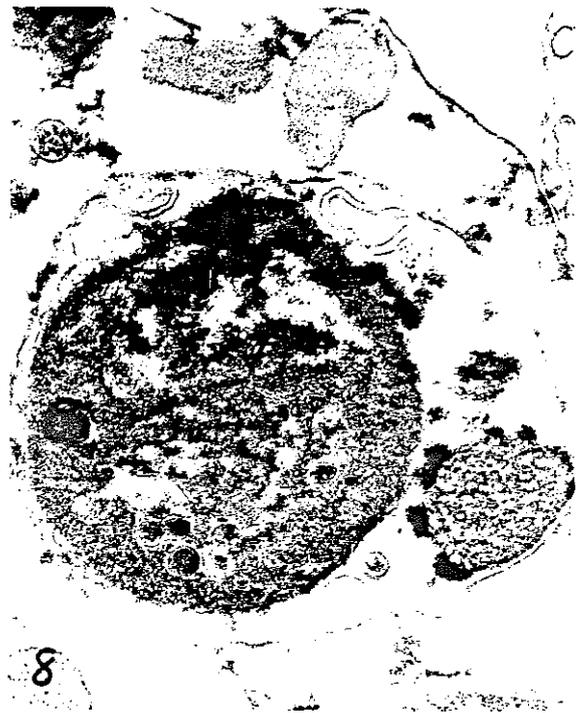
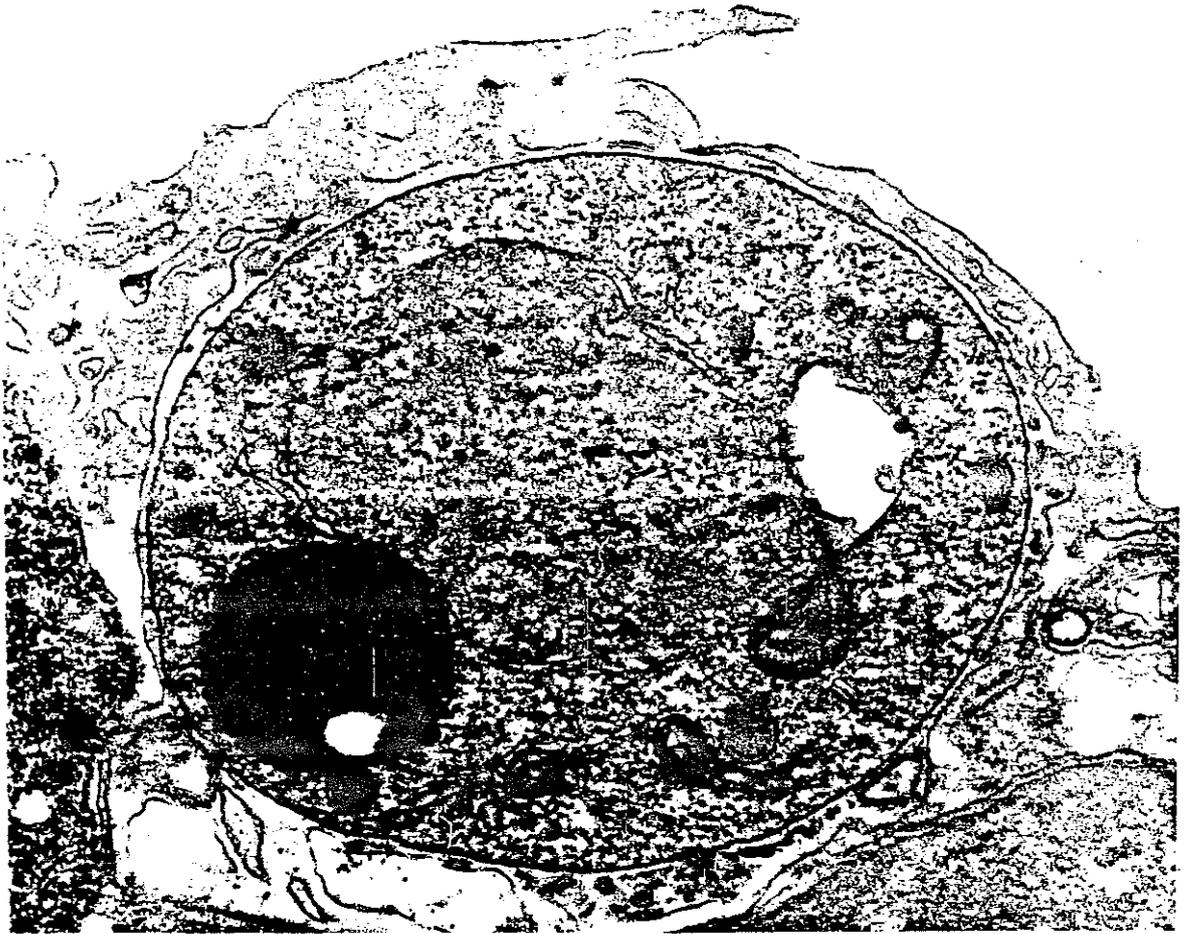
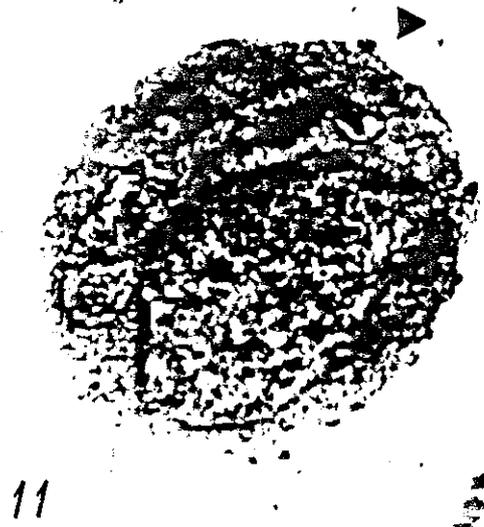
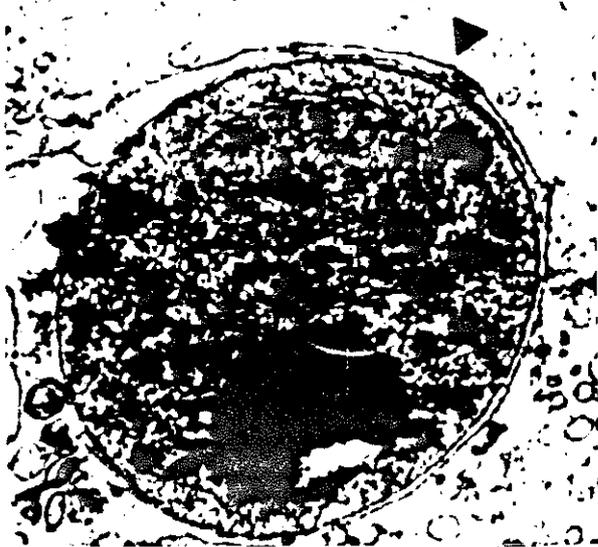
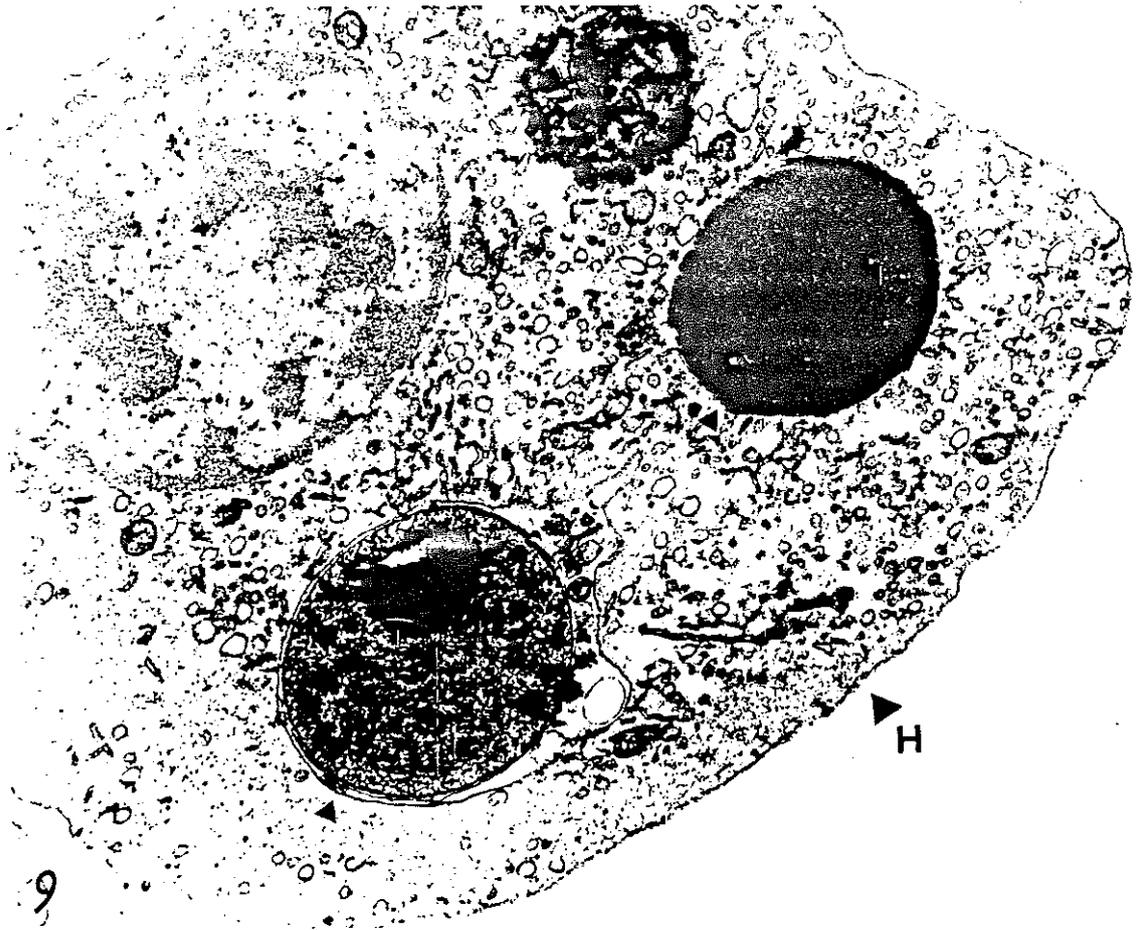


Figure 9 : Hyalinocyte (H) parasité par Bonamia ostreae (B.o), (2h)(X 16000)

Figure 10 : Bonamia ostreae (B.o) dans vacuole parasitophore (V) (X 25000)

Figure 11 : Bonamia ostreae (B.o) libre dans le cytoplasme (C) (X 25000)



OSTREA EDULIS										
N° de l'expérience	Titre de l'expérience	Durée de l'expérience	Cellules d'un type Cellules totales en %				Cellules parasitées en % $\left(\frac{\text{Cellules parasitées}}{\text{Cellules totales}} \right)$			
			petits hyalinocytes	grands hyalinocytes	granulocytes	granulocytes dégranulés	petits hyalinocytes	grands hyalinocytes	granulocytes	granulocytes dégranulés
1	Cinétique de pénétration	30 mn	18	62	16	2	0 (0)	21 (13)	19 (3)	5 (0)
		2 h	14	65	19	2	1 (0)	17 (12)	39 (7)	44 (1)
2	Traitement Anticorps Monoclonaux	Témoin 2 h	10	77	13	1	3 (0,3)	25 (19)	57 (7)	87 (1)
		2 h	18	73	9	0	0 (0)	13 (9)	17 (2)	66 (0)
3	Traitement Cytochalasine B	Témoin 2 h	12	78	6	4	8 (1)	36 (28)	57 (3)	65 (3)
		Témoin avec DMSO 2 h	15	68	9	9	3 (0)	27 (18)	45 (4)	53 (5)
		2 h	15	83	1	1	0 (0)	2 (2)	0 (0)	0 (0)
4	Cinétique de développement	2 h	17	52	26	5	1 (0,2)	33 (17)	36 (9)	51 (3)
		24 h	24	66	6	4	2 (0,5)	38 (2)	39 (1)	29 (1)
		48 h	15	84	0	1	0 (0)	8 (7)	0 (0)	22 (0)
5	Cinétique de développement	2 h	17	72	8	2	2 (0,3)	23 (16)	37 (3)	83 (2)
		72 h	25	70	1	3	1 (0,3)	18 (13)	0 (0)	45 (1)
		96 h	9	88	1	3	0 (0)	6 (5)	0 (0)	40 (1)

Tableau 1 : Pour chaque expérience, résultats de la répartition des types cellulaires, et du pourcentage des infections, par type, chez Ostrea edulis

CRASSOSTREA GIGAS										
N° de l'expérience	Titre de l'expérience	Durée de l'expérience	Cellules d'un type en %				Cellules parasitées en % $\left(\frac{\text{Cellules parasitées}}{\text{Cellules totales}} \text{ en } \% \right)$			
			petits hyalinocytes	grands hyalinocytes	granulocytes	granulocytes dégranulés	petits hyalinocytes	grands hyalinocytes	granulocytes	granulocytes dégranulés
1	Cinétique de pénétration	30 mn	12	63	12	8	12 (1)	15 (10)	73 (9)	70 (6)
		2 h	13	64	17	6	10 (1,3)	19 (12)	67 (11)	62 (4)
2	Traitement Anticorps Monoclonaux	Témoin 2 h	6	83	3	3	11 (1)	29 (26)	66 (2)	42 (1)
		2 h	6	89	4	1	2 (1)	21 (19)	50 (2)	55 (0,5)
3	Traitement Cytochalasine B	Témoin 2 h	8	78	10	4	22 (2)	24 (19)	72 (7)	69 (3)
		Témoin avec DMSO 2 h	12	63	10	9	25 (3)	19 (13)	70 (7)	62 (6)
		2 h	7	87	1	5	1 (7)	7 (6)	0 (0)	0 (0)
4	Cinétique de développement	2 h	10	61	17	12	8 (0,8)	16 (10)	62 (11)	63 (8)
		24 h	11	82	7	0	9 (1)	10 (9)	30 (2)	0 (0)
		48 h	16	80	3	1	0 (0)	9 (9)	33 (1)	62 (0,6)
5	Cinétique de développement	2 h	5	75	18	2	14 (0,7)	20 (15)	59 (11)	62 (1)
		72 h	8	84	8	0	1 (0,3)	7 (6)	50 (4)	0 (0)
		96 h	3	93	4	0	0 (0)	2 (2)	55 (2)	0 (0)

Tableau 2 : Pour chaque expérience, résultats de la répartition des types cellulaires, et du pourcentage des infections, par type, chez Crassostrea gigas

Par contre, la différence est significative entre les témoins et les cultures traitées par la cytochalasine B. Les résultats des tests sont comparables quelle que soit l'espèce considérée. Il n'y a pas de différence d'effet du traitement entre les deux espèces.

D - Etude de la cinétique de développement de Bonamia ostreae dans les hémocytes d'Ostrea edulis et de Crassostrea gigas

Par analyses histologiques

Deux expériences ont été effectuées dans le but de décrire la cinétique de développement du parasite dans chaque type hémocytaire des deux espèces d'huître.

La première série d'infections (expérience 4) a été analysée aux temps 2 h, 24 h et 48 h ; la deuxième série (expérience 5) aux temps 24 h, 72 h et 96 h.

Les résultats, présentés dans les tableaux 1 et 2 appellent les commentaires suivants.

Au temps t=2h, les différents types d'hémocytes sont présents en proportion équivalente chez les deux espèces. Par contre, les taux d'infection des grands hyalinocytes sont plus importants chez O. edulis et à l'inverse les taux d'infection des granulocytes sont plus élevés chez C. gigas. Une diminution nette et progressive du pourcentage de cellules parasitées est observée chez les deux espèces après 24 h de culture, cette disparition pouvant s'expliquer par la mise en suspension des cellules parasitées. L'examen microscopique des surnageants de culture, soit directement en contraste de phase, soit après dépôt sur lame histologique et coloration, révèle effectivement la présence de nombreuses cellules. Toutefois, selon ces techniques, il n'est pas possible de déceler la présence de parasites intracellulaires.

L'utilisation de la technique d'immunofluorescence indirecte sur ces mêmes frottis montre, elle, des parasites intracellulaires en nombre variable de 1 à 10 par cellule. La mauvaise qualité des images obtenues par cette technique rend cependant impossible la quantification des parasites.

Par analyses immunoenzymatiques

La difficulté d'interprétation des images précédentes nous a conduit à tenter de mettre au point un immunodosage enzymatique pour dénombrer les parasites présents dans les cultures aux temps 2 h, 24 h, 48 h, et 72 h. Les résultats obtenus à ce jour ne sont pas encore suffisamment fiables, des progrès devant être effectués pour améliorer la technique de microimmunodosage.

2.2.3. Conclusion

La mise au point du modèle Huîtres-Bonamia est intéressante car elle a permis de développer une étude in vitro comparée entre deux espèces, l'une permissive, l'autre non permissive. Les résultats obtenus à ce jour révèlent que pour les deux espèces, le parasite Bonamia est phagocyté par les différents types cellulaires. L'intérêt des futurs travaux réside dans l'étude du mécanisme d'échappement du parasite chez Ostrea edulis et dans l'étude comparée des différents modes mis en oeuvre par les deux genres d'huîtres pour éliminer l'agent pathogène. Les recherches seront d'abord orientées sur les mécanismes effecteurs vis-à-vis de Protozoaires et dépendant de l'immunité naturelle.

2.3. Modèle huître - virus

2.3.1. Matériel et méthodes

a) Huîtres

Les huîtres creuses Crassostrea gigas, âgées de 4 ans, proviennent du Bassin de Marennes-Oléron.

b) Virus

Plusieurs souches de virus de la bactérie, Escherichia coli, souche B (ATCC 11 303, American Tissue Culture Collection) ont été obtenues auprès de l'Institut Pasteur (Prof. J.F. Vieu) et de l'Université de Laval, Québec (Prof. H.W., Ackerman).

Les virus T2, T3, T4 et T7 ont été retenus en raison de leur facilité de production et la fiabilité de leur titrage selon la technique de plaque de lyse sur tapis bactérien (Douglas, 1975). La composition de ce virus consiste en un ADN génomique et des protéines du capsid (Matthews, 1982).

c) Techniques de préparation de l'hémolymphe et du sérum

L'hémolymphe est prélevée aseptiquement par ponction intrapéricardique. Le sérum est obtenu par filtration de l'hémolymphe sur filtre unitaire de porosité de 0.22 um (Millex GV, Millipore).

Les hémolymphe et les sérums sont collectés soit individuellement ou mélangés pour 10 individus.

d) Test de neutralisation de virus "in vitro"

Les phages sont mis en suspension dans une solution saline Tris (SST) (470 mM NaCl, 11 mM KCl, 7 mM CaCl₂, 18 mM MgCl₂, 10 mM Tris HCl, 1000 mosm, pH 7.5) (Cousserans) utilisée comme diluant et milieu témoin lors de toutes les expérimentations.

Cent microlitres d'une suspension de 3×10^8 phages /ml de SST sont ajoutés à 900 ul de l'échantillon à tester ou de SST, dans un tube et sont incubés à 22° C pendant 24 heures. Puis le mélange est dilué au demi et 100 pl sont coulés sur boîte de petri avec une suspension d'E. coli. Trois réplicats sont effectués pour chaque échantillon. Les boîtes sont incubées à 37° C et les plages de lyse sont comptées et ramenées à un nombre de UFP de virus / ml (Unité Formatrice de plages / ml).

Une diminution du nombre de U.F.P. obtenu est considérée comme une neutralisation du virus (fig. 1 et 2).

Les résultats sont exprimés comme le pourcentage de survivants observés à t24h par rapport au nombre de virus présents dans le témoin ou bien par rapport au nombre de U.F.P. présent au temps to.

e) Tests d'analyse du facteur neutralisant

Avant d'incuber les virus in vitro avec le sérum d'huîtres, ce dernier subit différents types de traitement :

1°) Traitement par la chaleur, le sérum est maintenu à 60° C pendant 1 heure

2°) Traitement par des inhibiteurs enzymatiques :

- . PMSF (Phénylméthylsulfonyl Fluoride) un inhibiteur de sérine proteases

- . TLCK (N-Tosyl-L-lysine Chlorometyl Ketone) inhibiteur irréversible d'enzymes de type trypsine

- . Leupeptine, inhibiteur de la trypsine, papaïne, plasmine et cathepsine B

- . α 2 Macroglobuline, inhibiteur des endoprotéinases

3°) Etude de l'action de l'agent chelateur EDTA (Acide tetracétique Ethylenediamine) qui complexe les ions Mg^{++} et Ca^{++} intervenant dans l'activité d'un certain nombre d'enzymes (metalloenzymes).

Des échantillons de sérum sont préincubés avec ces différents inhibiteurs pendant 1 H 30 à 22° C puis les virus T3 sont ajoutés, comme décrit précédemment.

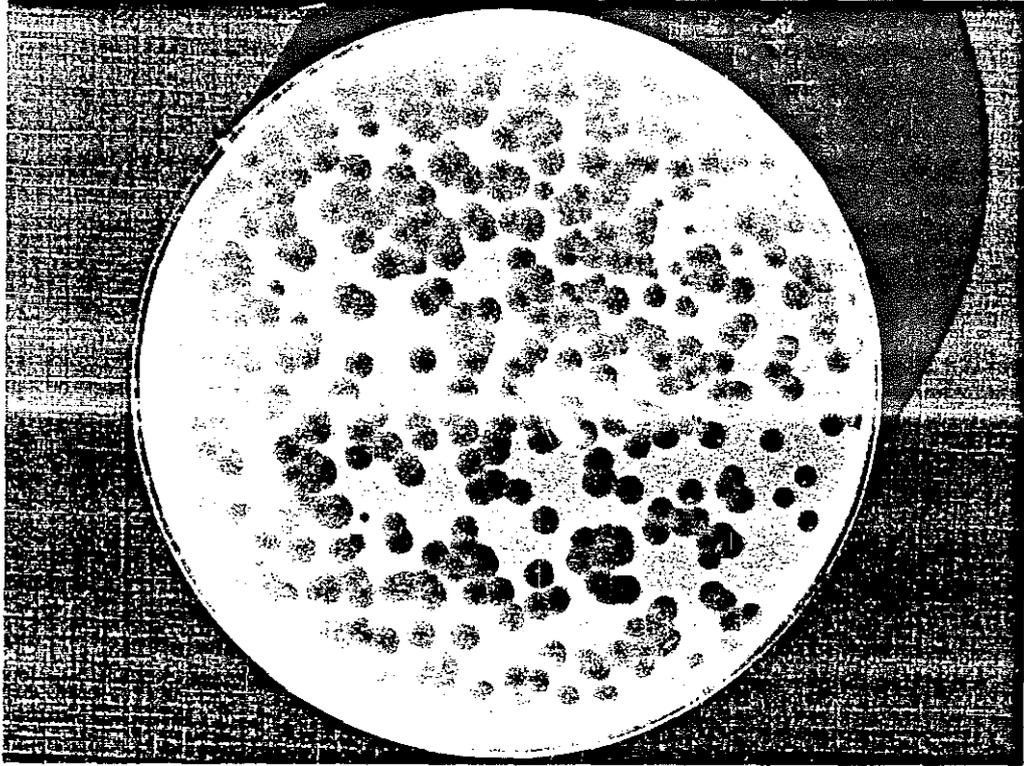
PLANCHE 1

Figure 1 : Témoin -
Les virus ont été incubés dans la solution saline tris (SST)

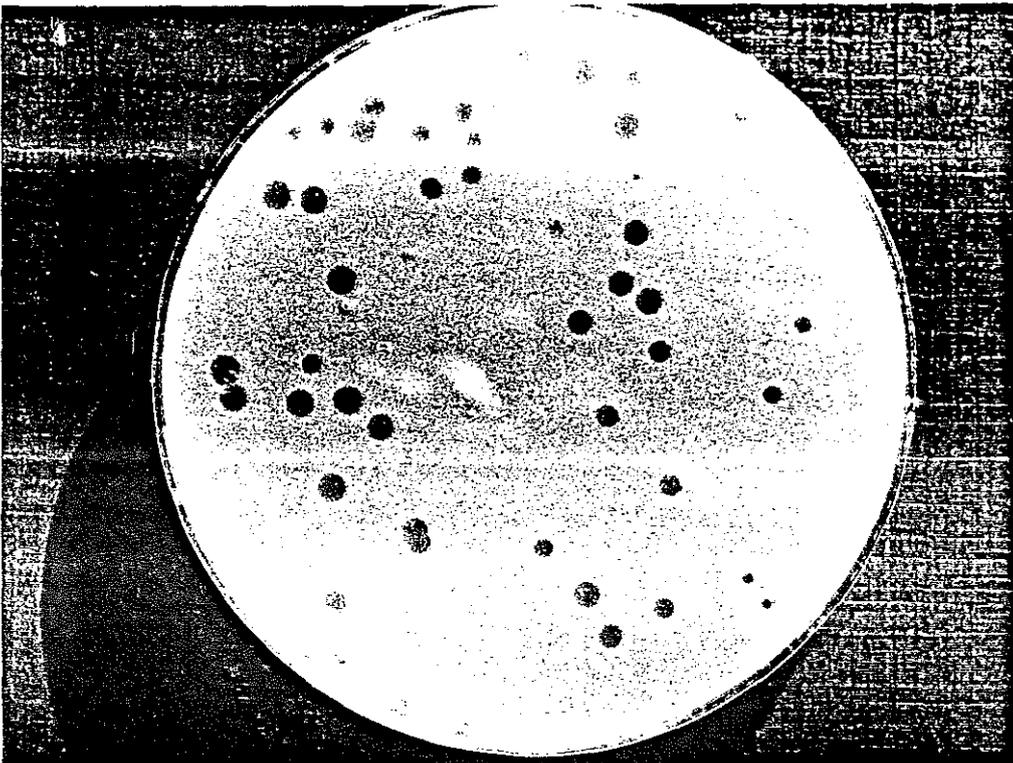
Figure 2 : Les virus ont été incubés dans du serum ou dans l'hémolymphe de Crassostrea gigas. Il faut noter la diminution notable du nombre de plages de lyse

TITRAGE DES VIRUS

Chaque "plage" translucide résulte de la lyse des bactéries
lors de la multiplication d'un virus



1



2

2.3.2. Résultats

a) Mise en évidence dans le sérum de C. gigas d'un facteur neutralisant de virus

Milieu d'incubation Phages	SST	Sérum
T2	57 % *	79 %
T3	100 %	40 %
T4	80 %	52 %
T7	100 %	100 %

Tableau 1 : Résistance des différents virus dans la solution saline Tris et dans le sérum de Crassostrea gigas (SST)

* Pourcentages de survivants après 24 h d'incubation à 22 °C.

$P/P_0 \times 100$ avec P nombre de virus à t24 h
Po nombre de virus à t0

Les résultats présentés dans le tableau 1 montrent que les virus T2 et T4 sont sensibles à leur incubation dans la solution saline (SST) de force ionique équivalente au sérum, alors que les titres des virus T3 et T7 ne sont pas modifiés dans cette solution. De plus, il apparaît que le phage T3 subit une neutralisation importante lors de son incubation avec du sérum. Compte-tenu de ce premier résultat, cette expérience a été répétée, mettant en évidence une neutralisation significative dans tous les cas (tableau 2).

b) Analyse de la variabilité individuelle du facteur neutralisant dans le sérum et dans l'hémolymphe

Les différences observées des taux de neutralisation à partir de "pools" de sérums de 10 animaux suggèrent une variabilité importante d'un individu à l'autre.

Milieu d'incubation Expériences	SST	Pools de Serum
1	100 % *	49 %
2	89 %	81 %
3	100 %	53 %
4	100 %	38 %
5	100 %	19 %
6	86 %	47 %
7	69 %	52 %
8	68 %	35 %
9	100 %	26 %
10	100 %	18 %
11	96 %	20 %
12	90 %	26 %
13	100 %	60 %

Tableau 2 : Mise en évidence d'un facteur neutralisant vis à vis du virus T3

* Pourcentage de survivants $P/P_0 \times 100$
P = nombre de virus au temps t0
P₀ = nombre de virus au temps t24h

De plus, l'implication des hémocytes dans le phénomène d'inactivation a été appréhendée dans une série de tests dont les résultats sont présentés dans le tableau 3. Outre la démonstration d'une importante variabilité individuelle des taux de neutralisation du virus T3, compris entre 0 et 92 % de réduction (% réduction = 100 % - % survivants), l'analyse statistique des résultats par la méthode des séries appariées ne montre pas de différence significative entre l'activité du sérum et de l'hémolymphe.

c) Approche de la nature biochimique du facteur neutralisant

Certains traitements du sérum préalables à la mise en contact avec les virus, entraînent des modifications de son activité neutralisante. Les résultats présentés dans le tableau 4 appellent les commentaires suivants :

- le facteur est thermosensible puisque un traitement à 60° C pendant 1 heure l'inhibe irréversiblement.
- la pré-incubation du sérum avec l'agent chélateur, EDTA, réduit de façon significative l'inactivation du virus.
- enfin, seul le PMSF parmi les inhibiteurs d'enzymes testés, inhibe ce facteur.

2.3.3. Conclusion - Discussion

La mise au point de ce test, original en Immunologie des Mollusques a permis la mise en évidence d'un facteur natif présent dans la fraction sérique de l'hémolymphe et doué d'une activité neutralisante vis-à-vis du virus T3. Les premiers tests de caractérisation de ce facteur suggèrent fortement qu'il s'agit d'un enzyme de type sérine-estérase. Sa nature protrease est en adéquation avec la composition biochimique du virus, limitée à des protéines capsidaires.

Il apparaît donc opportun d'extrapoler ce type d'investigations à des virus plus complexes d'un point de vue biochimique, tels que les Iridovirus dont certains sont pathogènes pour les Mollusques et qui sont constitués de protéines, de glycoprotéines et de lipides. Enfin, les cellules impliquées dans la sécrétion de ce facteur enzymatique restent à déterminer.

Un aspect primordial de ce travail réside en la mise en évidence d'une variabilité individuelle importante de facteur neutralisant. Ainsi, il sera nécessaire de vérifier si le taux de ce facteur enzymatique constitue une caractéristique intrinsèque pour chaque animal, auquel cas il pourrait représenter un critère de sélection d'individus potentiellement plus résistants à une infection virale.

Echantillon testé Huîtres	Hémolymphe	Serum
1	100	100
2	91	79
3	100	100
4	49	40
5	100	100
6	98	92
7	28	46
8	72	73
9	76	73
10	18	24
11	18	16
12	82	78
13	83	75
14	83	69
15	90	79
16	63	64
17	51	35
18	80	80
19	100	100
20	27	26
21	84	84
22	28	26
23	92	100
24	75	72
25	22	24
26	100	100
27	8	7

Tableau 3 : Comparaison des taux de neutralisation du T3 incubé dans de l'hémolymphe et du serum. Mise en évidence de la variabilité individuelle du facteur neutralisant

Traitements	Serum	Serum	Serum	Serum	Serum	Serum	Serum
Expérience	60°C	+ PMSF 3.5 mM	+ TLCK 10 mM	+ Leupeptine 50 µM	+ A2 - Macroglobu- line 20 µg/ml	+ EDTA 1 mM	
1		29 *		22			23
2		70		39		73	37
3		78	49		45	63	60
4		59	27		23	100	44
5	100						17
6	100						36

Tableau 4 : Action de divers traitements sur le facteur neutralisant du serum de Crassostrea gigas vis à vis du virus T3

* Pourcentage de survivants $P/Po \times 100$
P = nombre de survivants dans l'échantillon à T24
Po = nombre de survivants dans le témoin SST à T24

PLAN III

RECHERCHES APPLIQUEES

III - EFFET DU STRESS DU AU STOCKAGE DU NAISSAIN

Cet essai débuté en avril 1985, s'est achevé en mars 1987 par le relevage de l'ensemble des semis au Listrec en rivière d'Étel.

Cette année 1986 a donc été consacrée à la recherche et la mise au point d'un logiciel capable de pouvoir traiter ces quelques 120 000 données récoltées tout au long de cet élevage, afin de déterminer l'influence respective des facteurs de stockage sur chacun des parcs.

RESULTATS

Les résultats sont résumés par les figures (1, 2, 3, 4).

DISCUSSION

L'analyse de variance de ce plan factoriel n'a pu révéler de différences significatives entre les 4 parcs étudiés, tant d'un point de vue biométrique (croissance) que sur les taux de survie calculés. L'hypothèse de départ mettant en jeu un facteur durée du stockage et un facteur conditionnement du naissain ne se trouve donc pas confirmée.

Toutefois lorsqu'il existe des différences entre les divers lots on constate que 75-80 % de la variance totale sont expliqués par une très forte variance que l'on qualifie de résiduelle, et représentant les effets d'autres facteurs que nous ne contrôlons pas dans le cadre de cet essai.

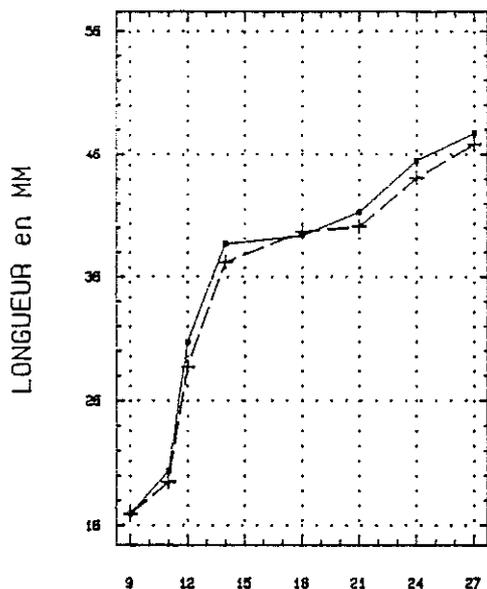
Notre démarche ultérieure sera donc de passer en analyse multifactorielle où nous pourrons prendre en compte un ensemble de paramètres externes, météorologie, hydrologie, podologie, ... afin de pouvoir corrélérer ces phénomènes entre eux.

Un rapport plus important dont la parution est prévu en 1988, reprendra l'ensemble de ces travaux réalisés sur cet essai et détaillera les points essentiels et les confirmations des observations empiriques réalisées par le passé.

Deux points forts peuvent déjà être dégagés à la vue de cette expérience :

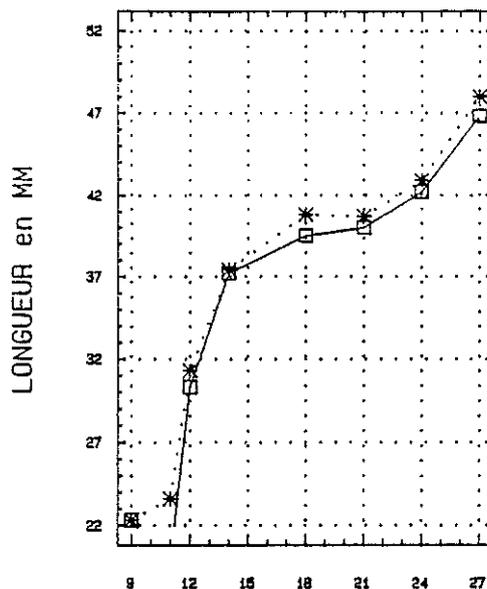
- La notion de stress physiologique existe en élevage conchylicole comme dans toute forme d'élevage ; des soins attentionnés au naissain amélioreront le rendement.

PARC 1 et 2



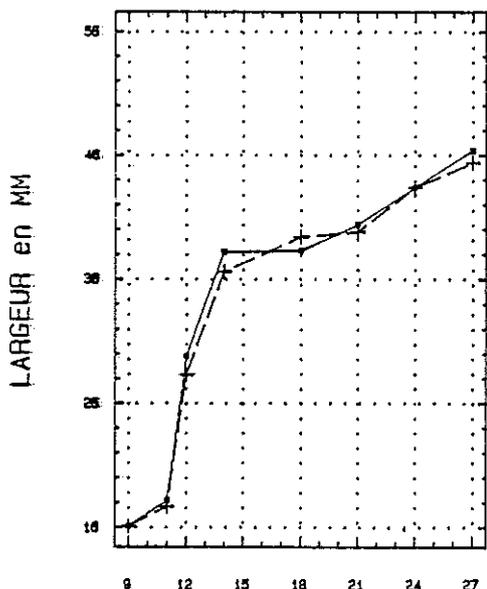
AGE en MOIS

PARC 3 et 4



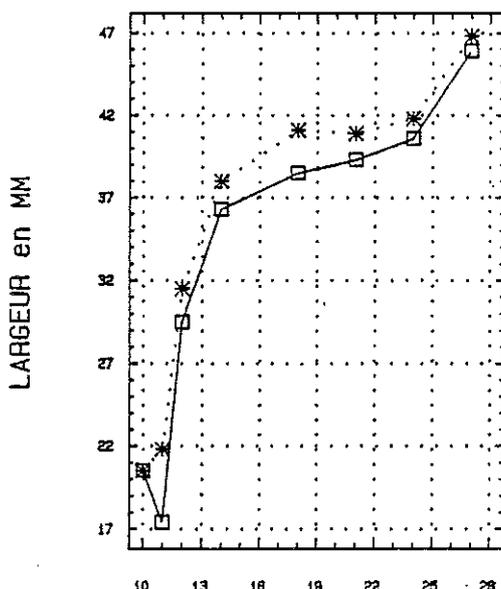
AGE en MOIS

PARC 1 et 2

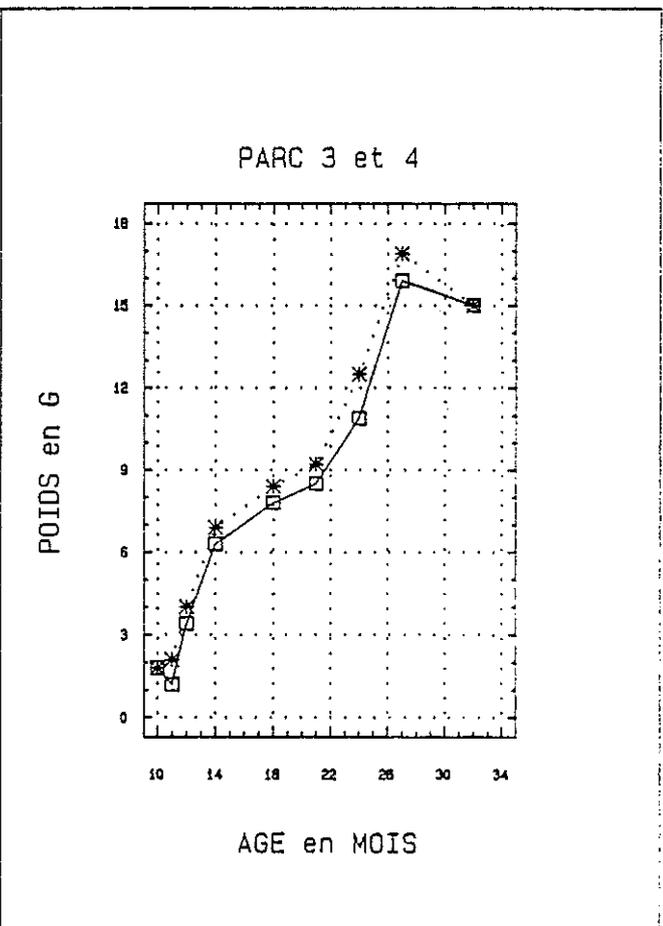
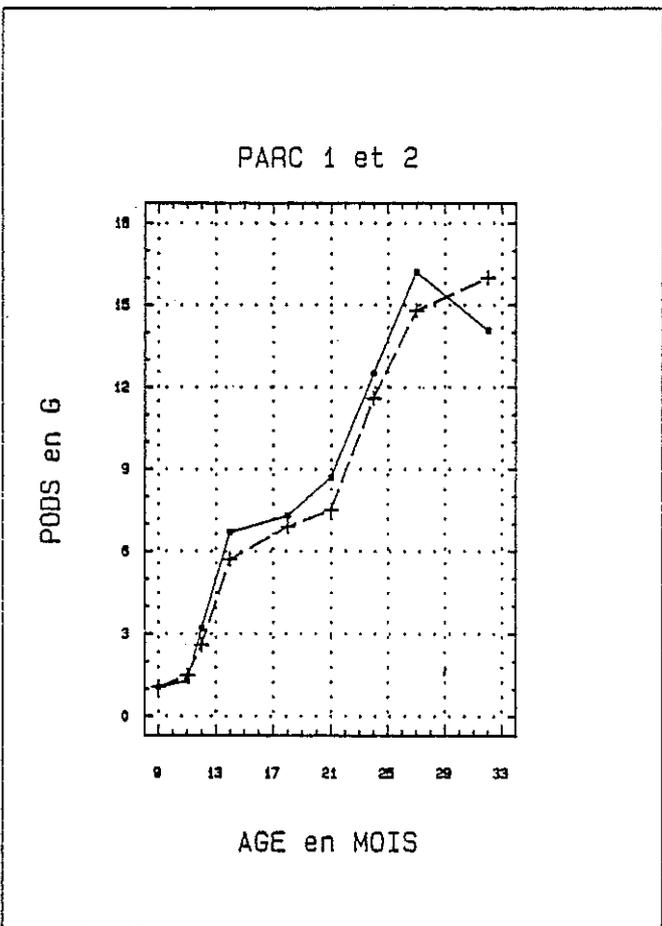
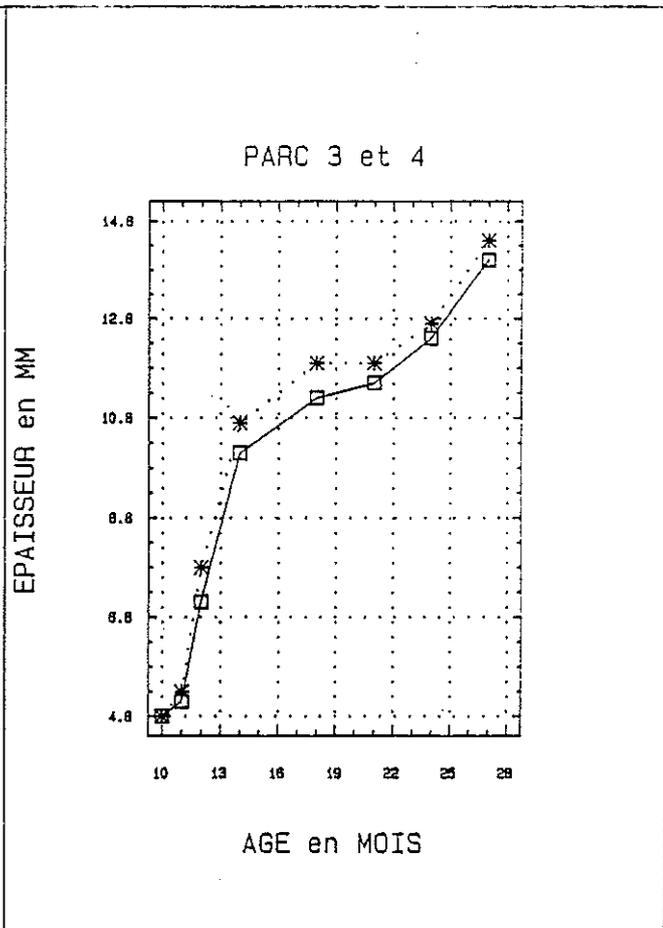
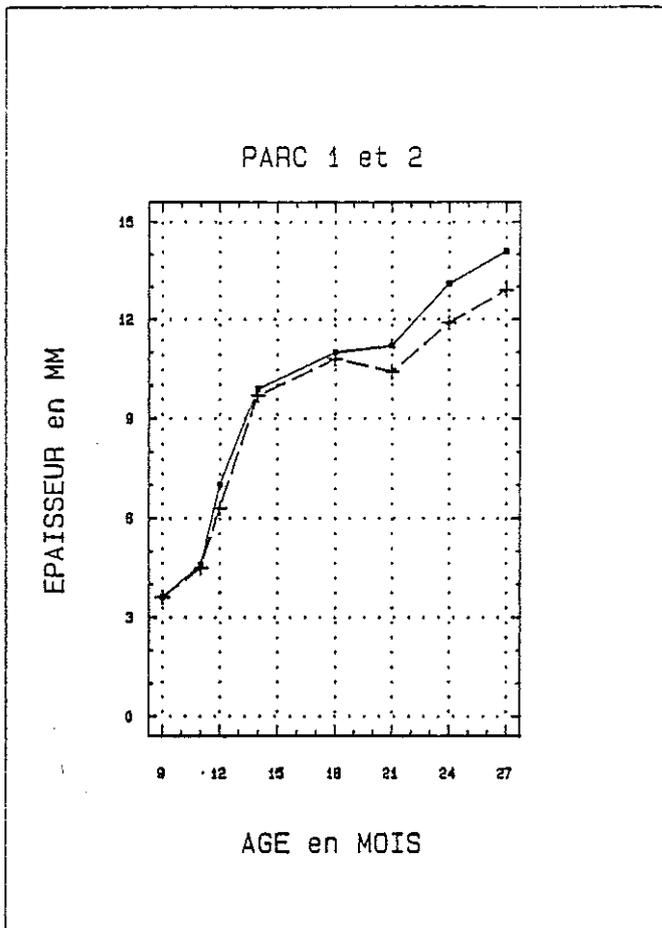


AGE en MOIS

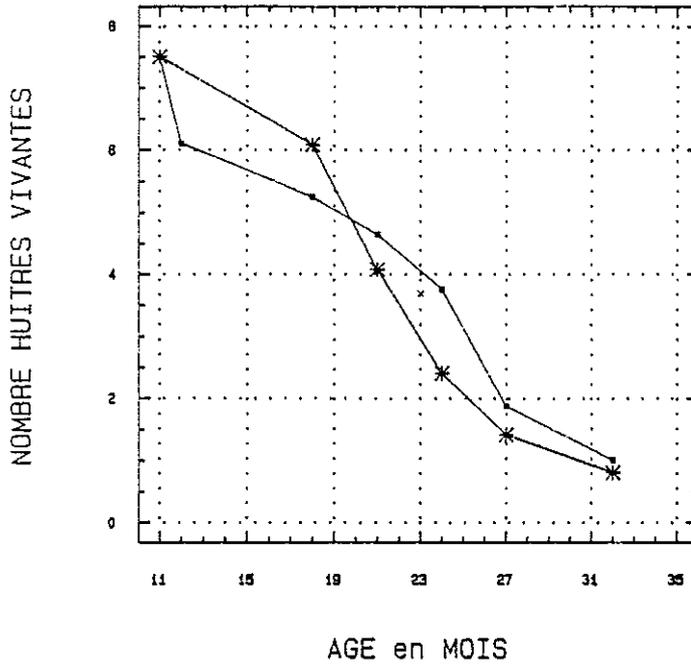
PARC 3 et 4



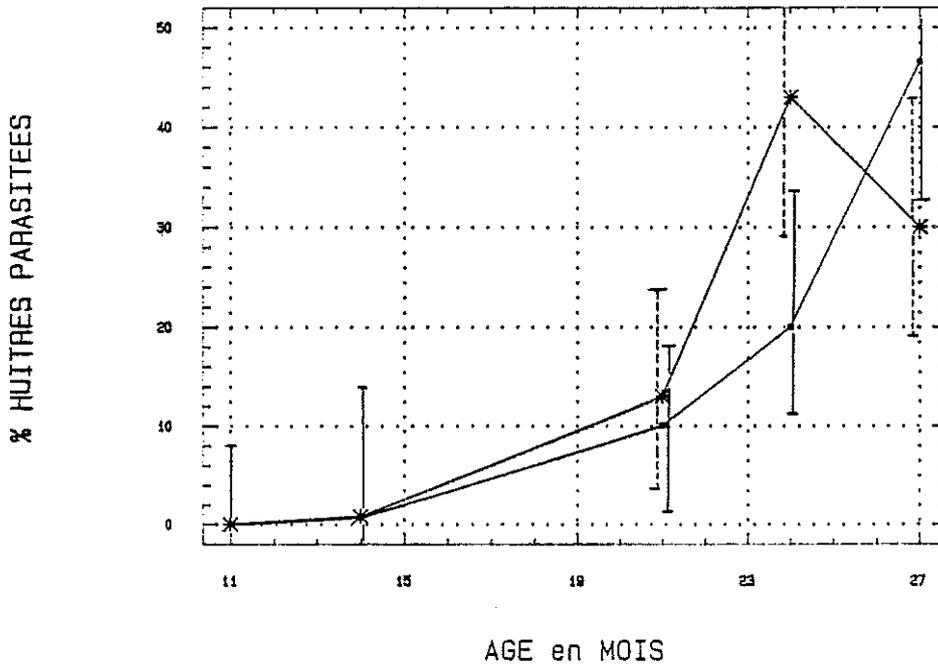
AGE en MOIS



(x 1000) SURVIE MOYENNE/DUREE de STOCKAGE

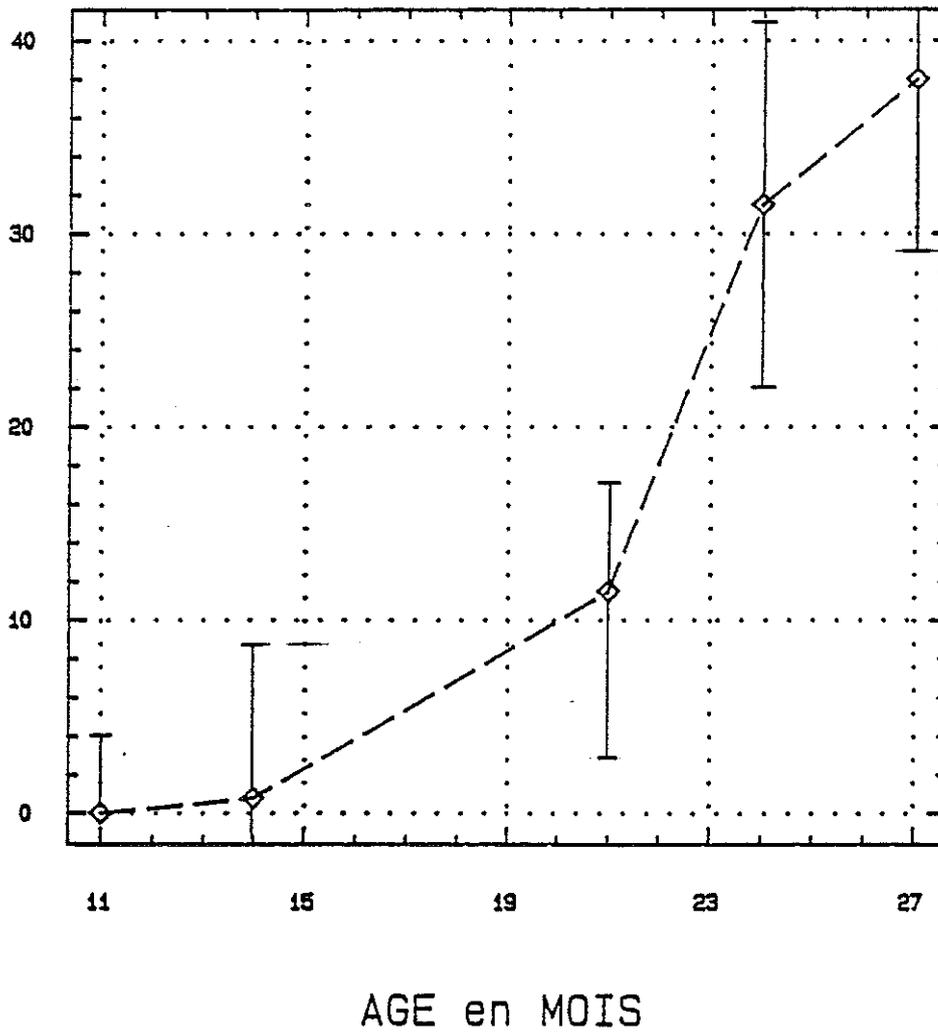


PATHOLOGIE/DUREE de STOCKAGE



PATHOLOGIE moyenne
4 PARCS CONFONDUS

% HUITRES PARASITEES



- L'essentiel du potentiel énergétique dont dispose les animaux est à un moment donné (dès la première maturité sexuelle) consacré et même détourné pour les besoins de la survie de l'espèce, c'est à dire la reproduction. La reproduction est une période clef pour l'animal, durant laquelle il est de ce fait en position défavorable pour lutter contre une éventuelle parasitose (Cf. Fig.). En effet dès que les huîtres sont dans leur période de maturité on observe une élévation très forte du pourcentage d'huîtres parasitées qui passe de quelques pourcents à 30-40 % en l'espace de 3-4 mois.

Il serait donc intéressant dans un avenir proche d'approfondir au niveau physiologique et biochimique les mécanismes et les interactions qui régissent cette phase charnière de la vie de l'huître.

Ce même phénomène a été observé au cours d'un autre essai comme nous allons le voir plus loin.

IV - ESSAI DE "SELECTION" D'UNE SOUCHE D'HUITRES PLATES RESISTANTES A BONAMIA OSTREAE

Test avec des parents issus de la baie de Quiberon

RAPPELS

Une centaine d'huîtres âgées de quatre ans et plus a été récoltée au cours d'avril 1985. La production de naissain réalisée par la SATMAR en mai 1985 nous a fourni une première génération d'environ 200 000 Juvéniles qui ont été prégressés à la nurserie expérimentale de Bouin jusqu'en avril 1986. Le lot témoin est issu du captage 85 sur tuiles chaulées posées dans l'anse du Pô en baie de Quiberon.

Ce test avait tout d'abord débuté avec la mise en élevage des Juvéniles en poches ostréicoles au mois d'avril 86 sur la concession IFREMER dans la PENZE.

Après une bonne croissance de ces différents lots sur ce secteur, il s'est avéré, paradoxalement, que le taux de parasites endémique était beaucoup trop faible sur cette région pour mener à terme et tester une éventuelle résistance de cette 1ère génération d'huîtres plates, à Bonamia ostreae.

En mars 1987 nous avons donc transféré nos animaux en baie de Launay à Paimpol.

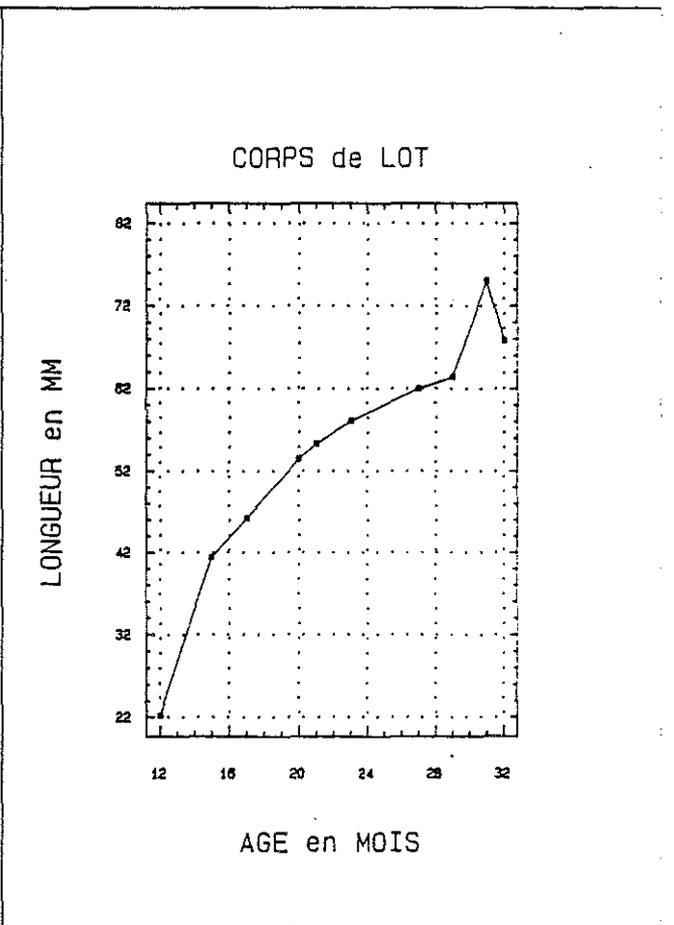
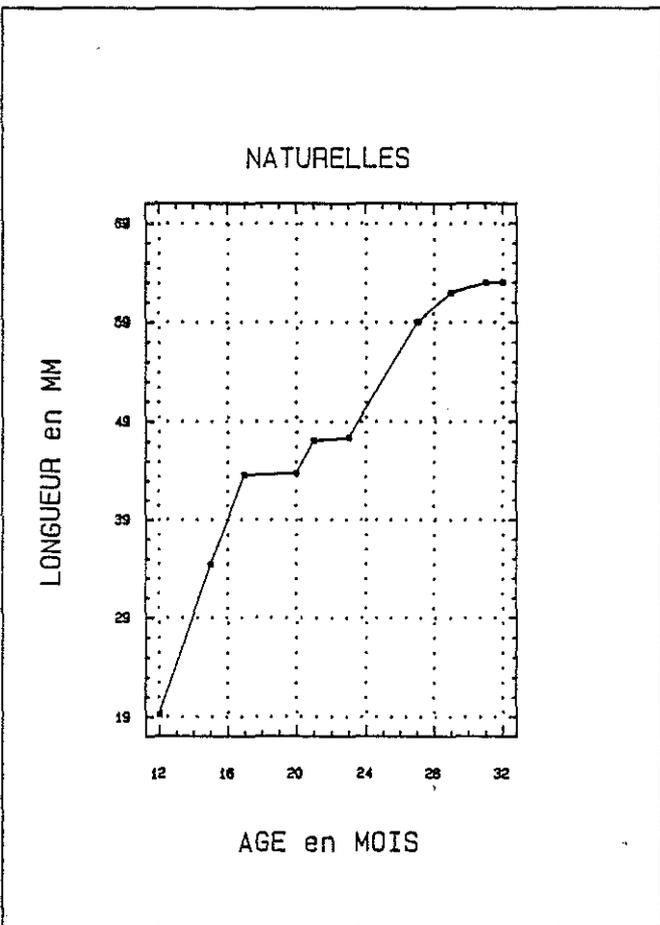
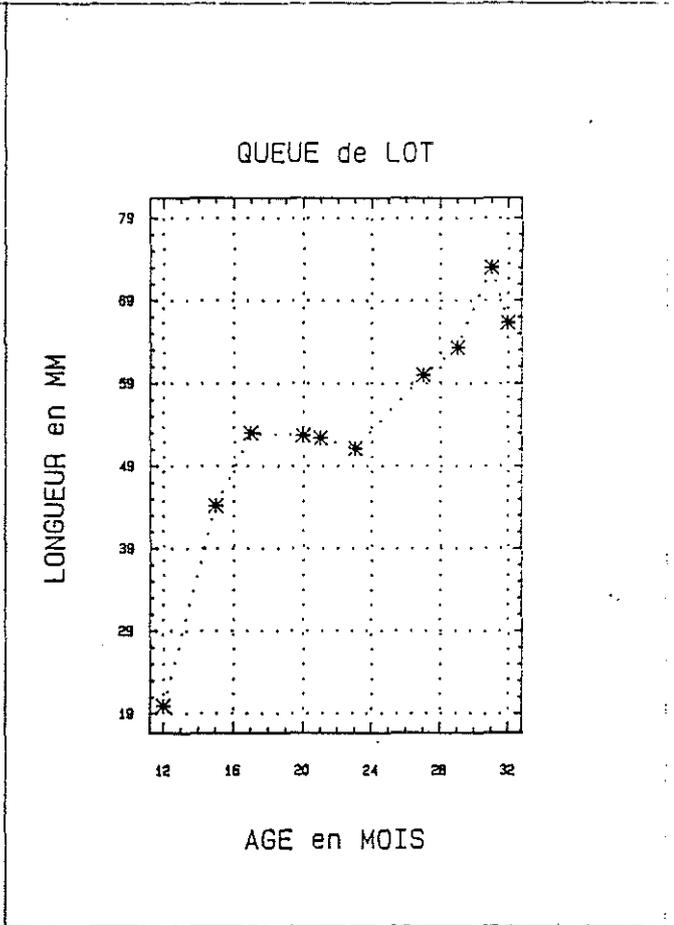
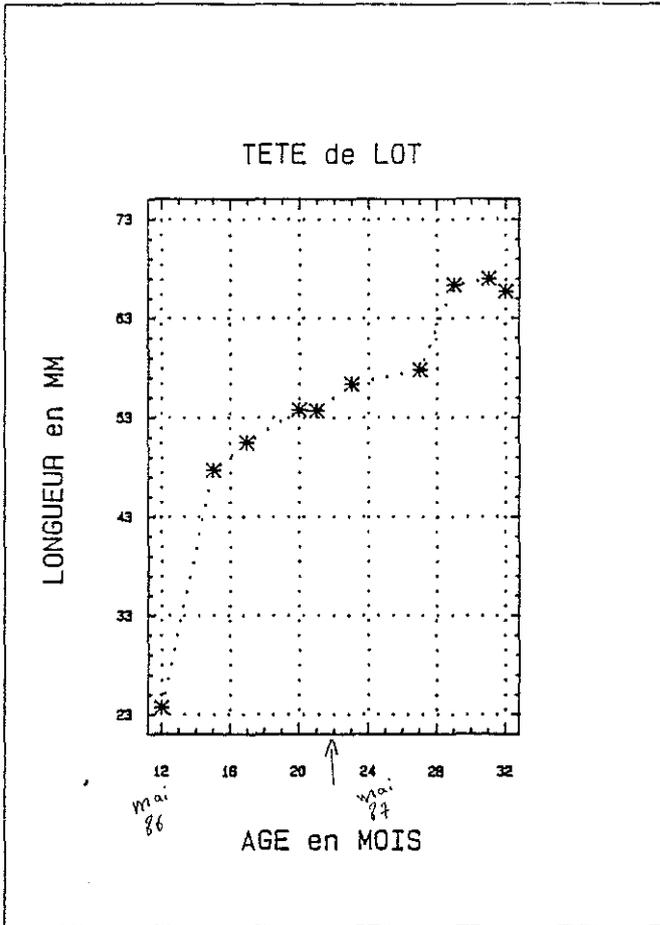
RESULTATS :

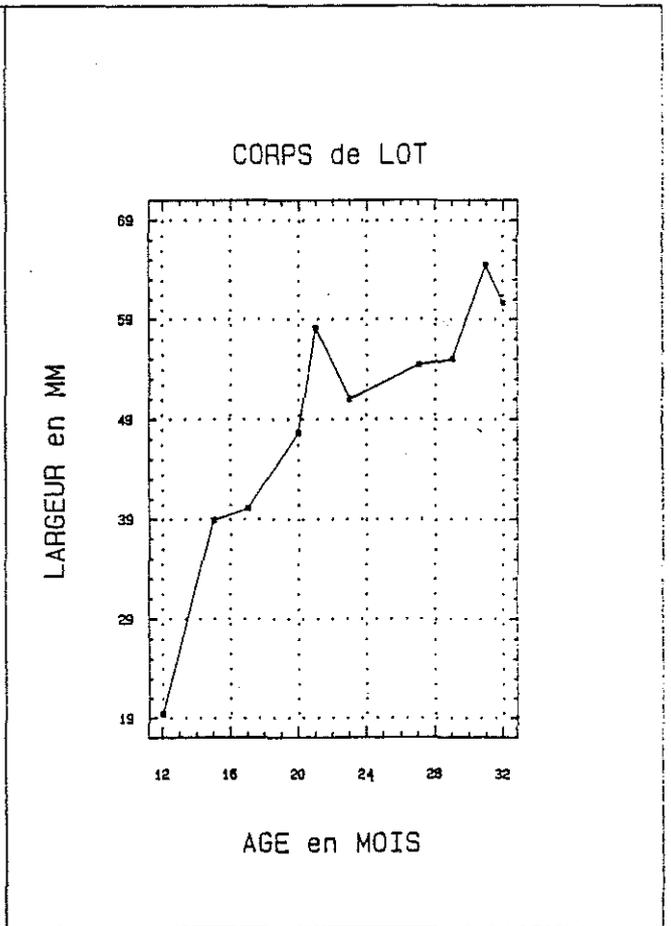
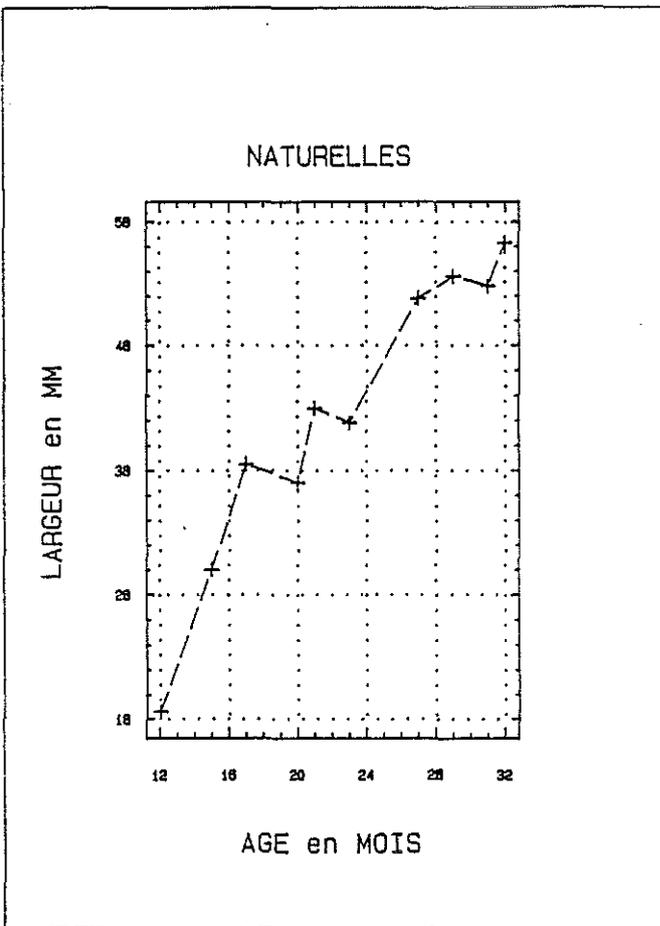
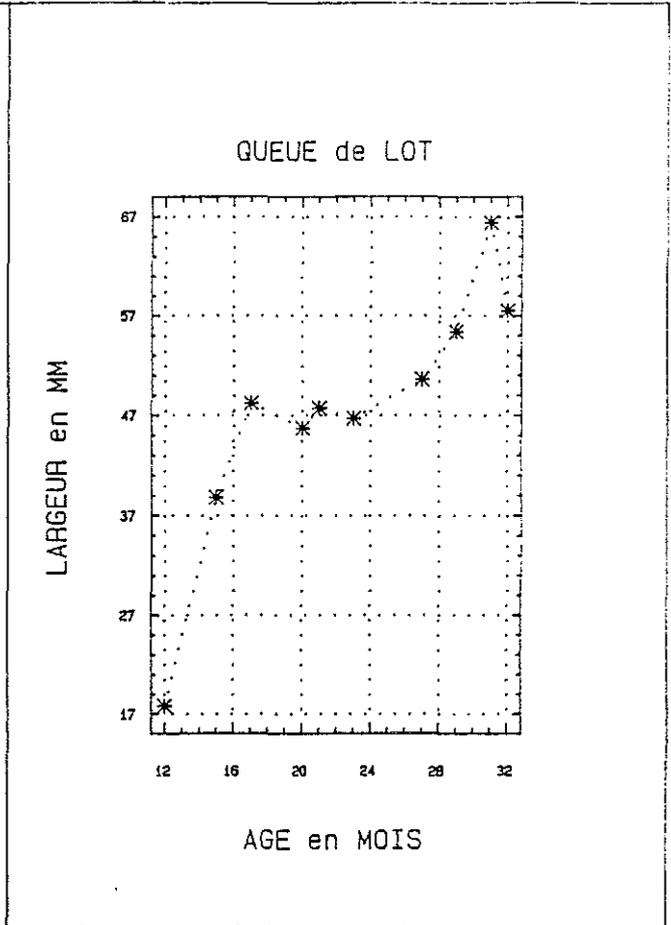
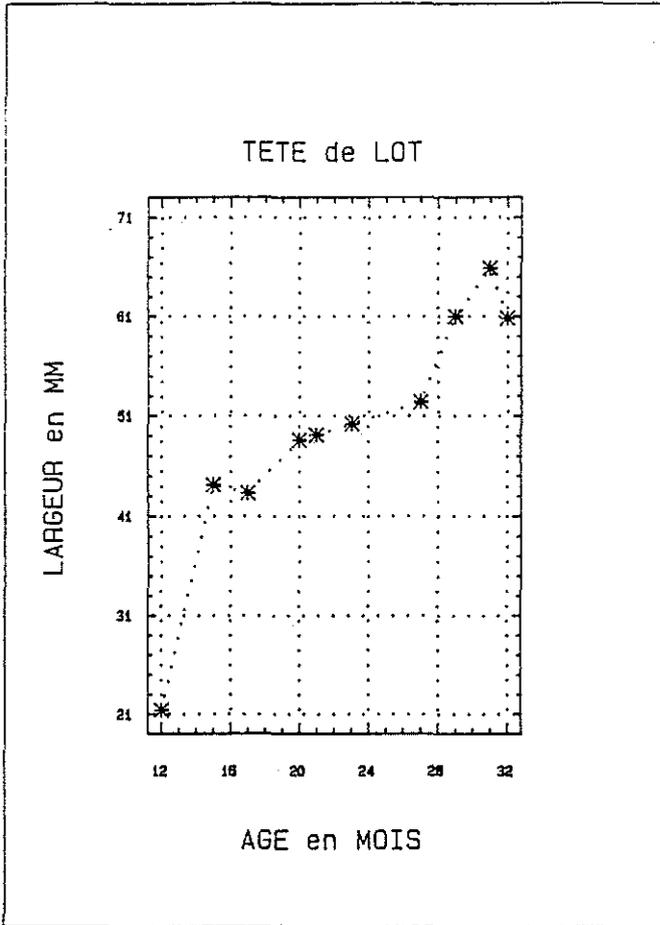
Le transfert opéré en mars 87 ne semble pas avoir eu d'effets directs sur l'ensemble de notre population (Cf. Courbes de croissance, mortalité...)

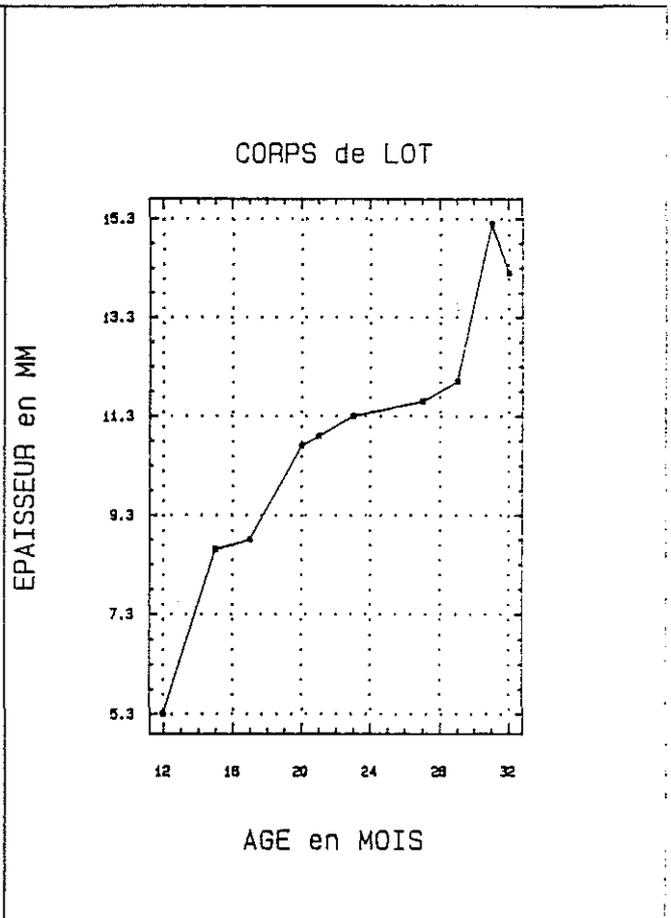
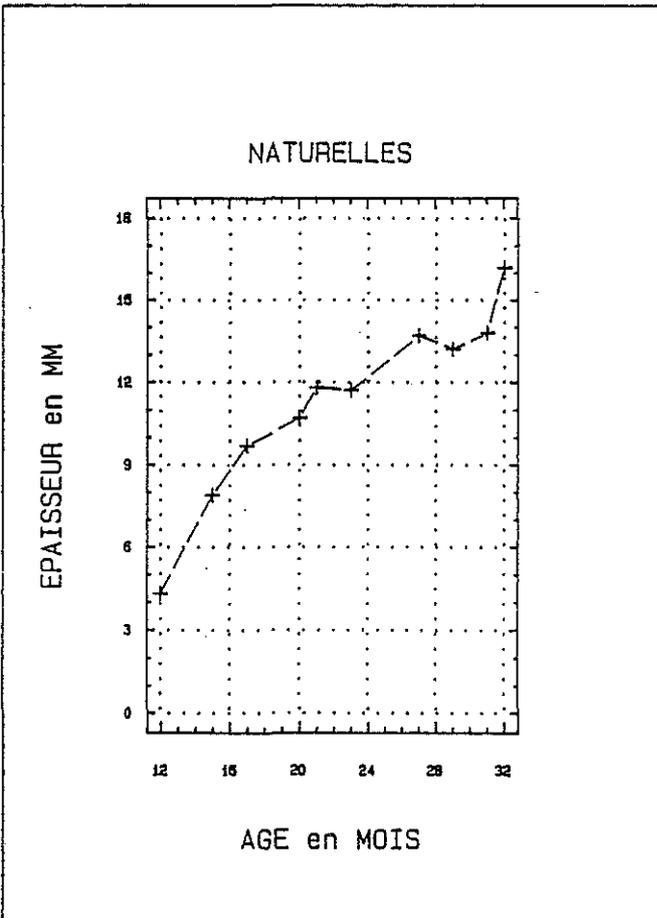
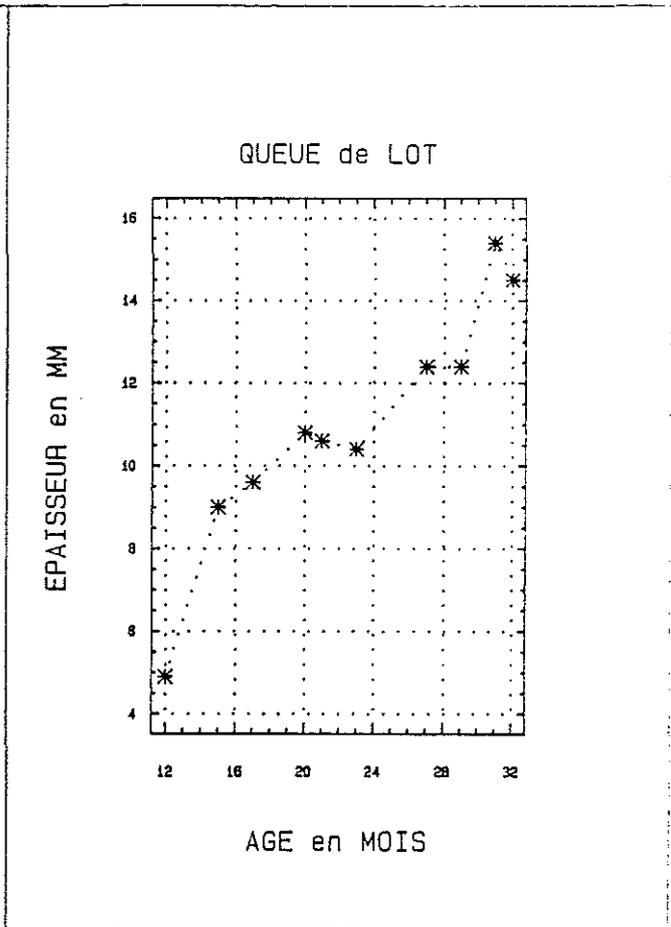
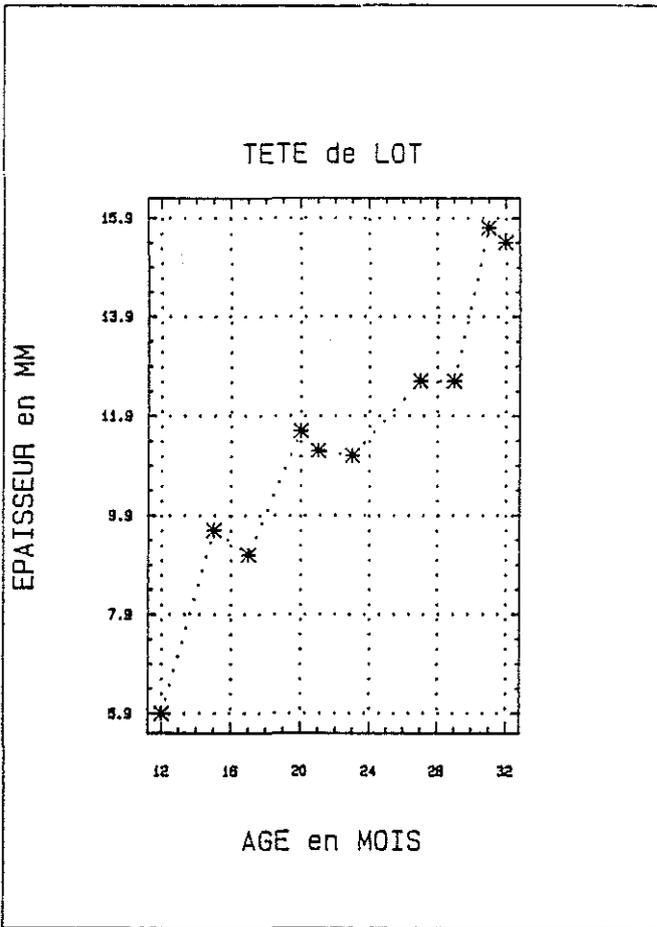
Les meilleures croissances sont obtenues sur les lots issus d'écloserie : cette constatation a tout de même tendance à s'estomper la 2ème année (Cf. Figure) où le lot issu de tuile semble rejoindre les autres. Ceci pourrait s'expliquer par une mortalité plus importante sur les petites huîtres (boudeuses) ; il ne reste donc que les plus grandes introduisant de ce fait un biais dans l'estimation des croissances.

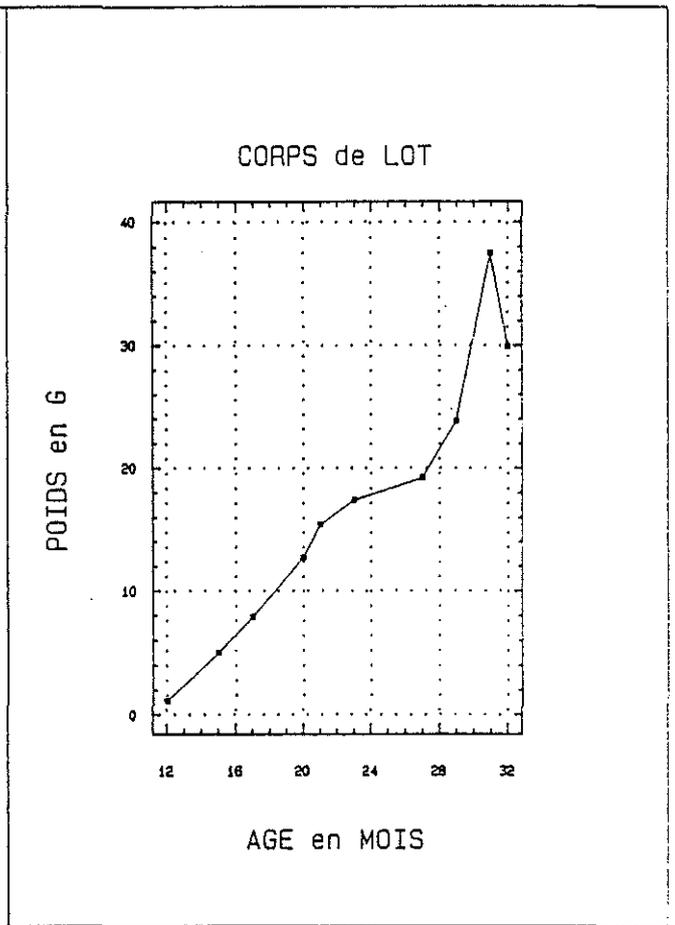
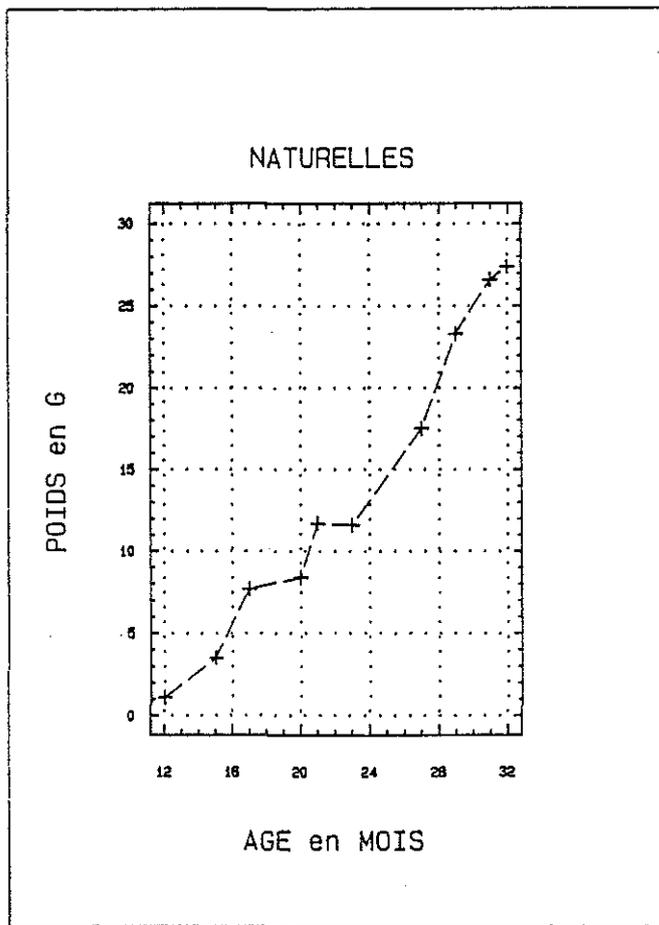
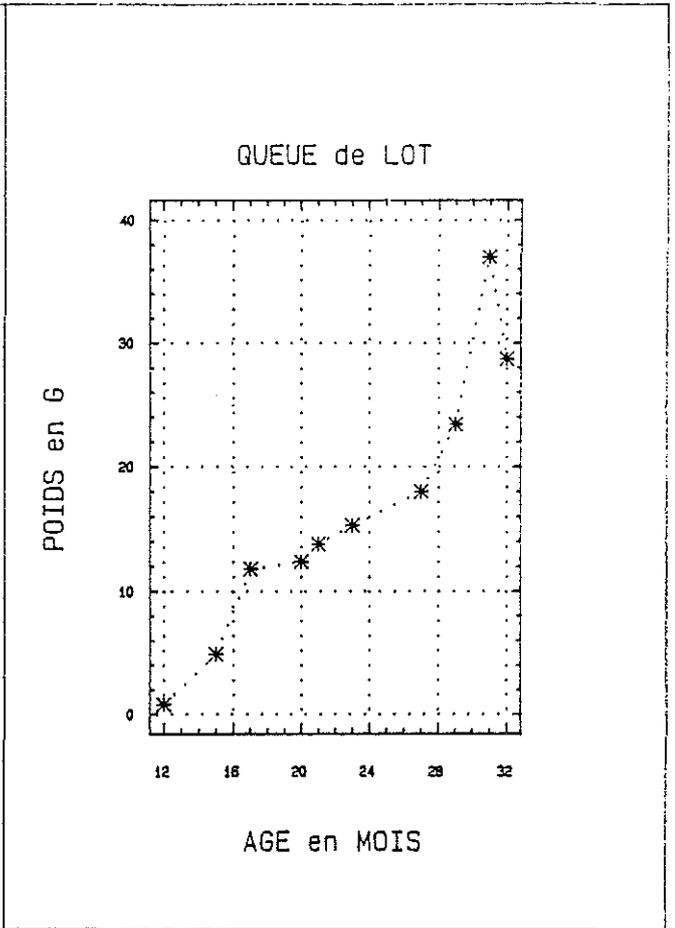
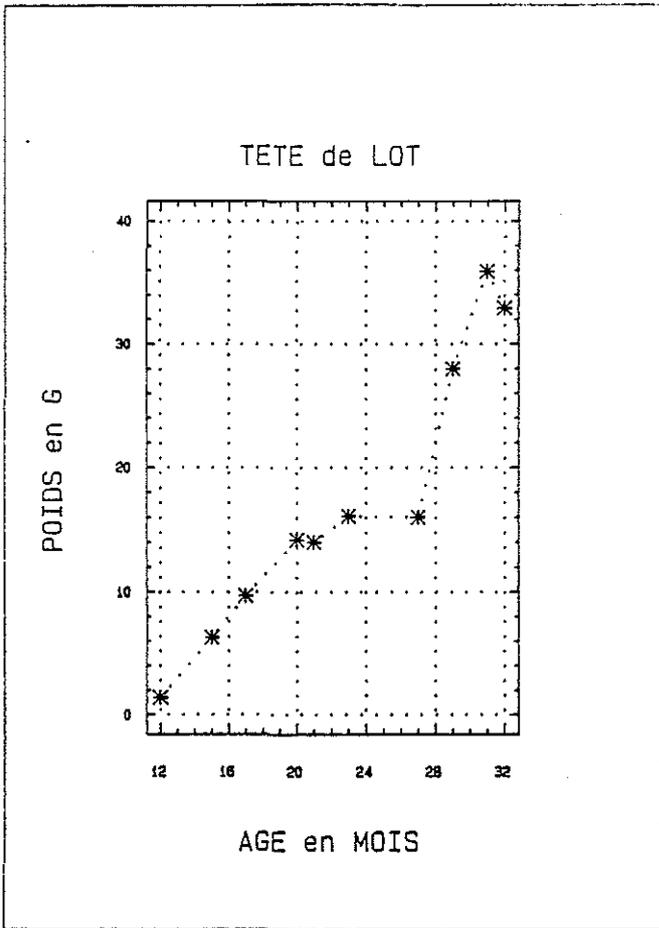
MORTALITE

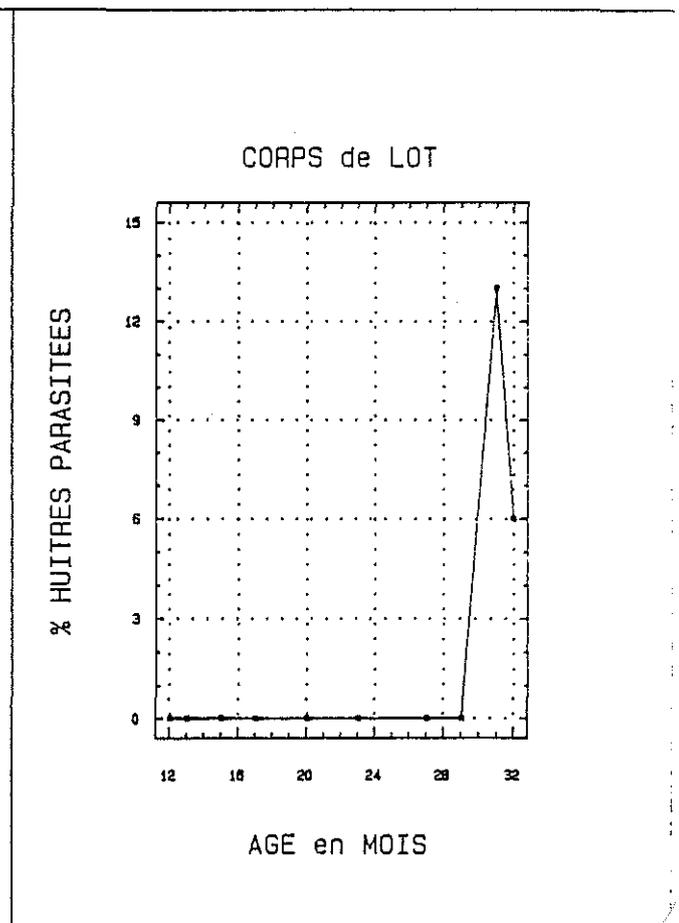
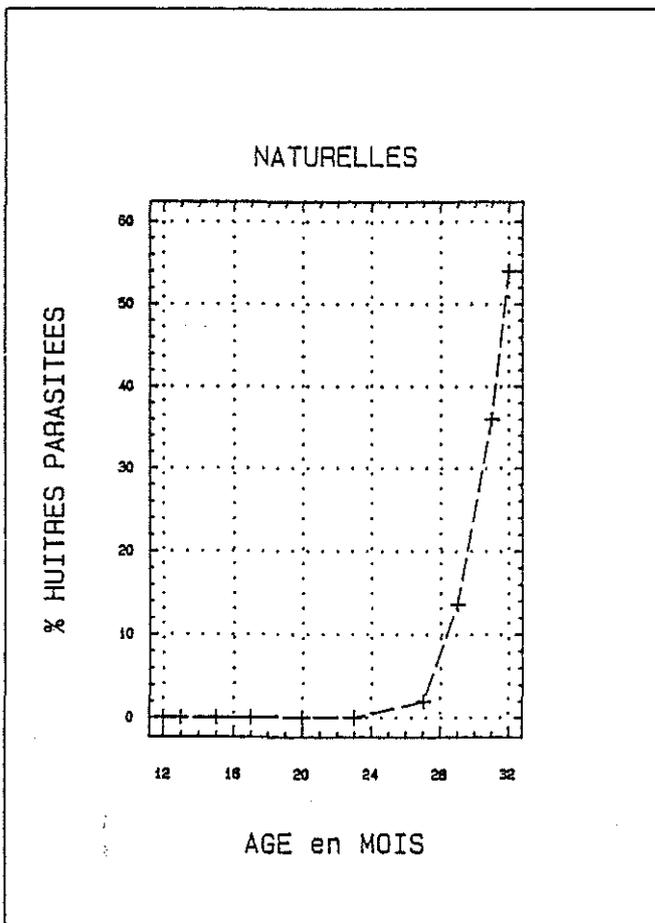
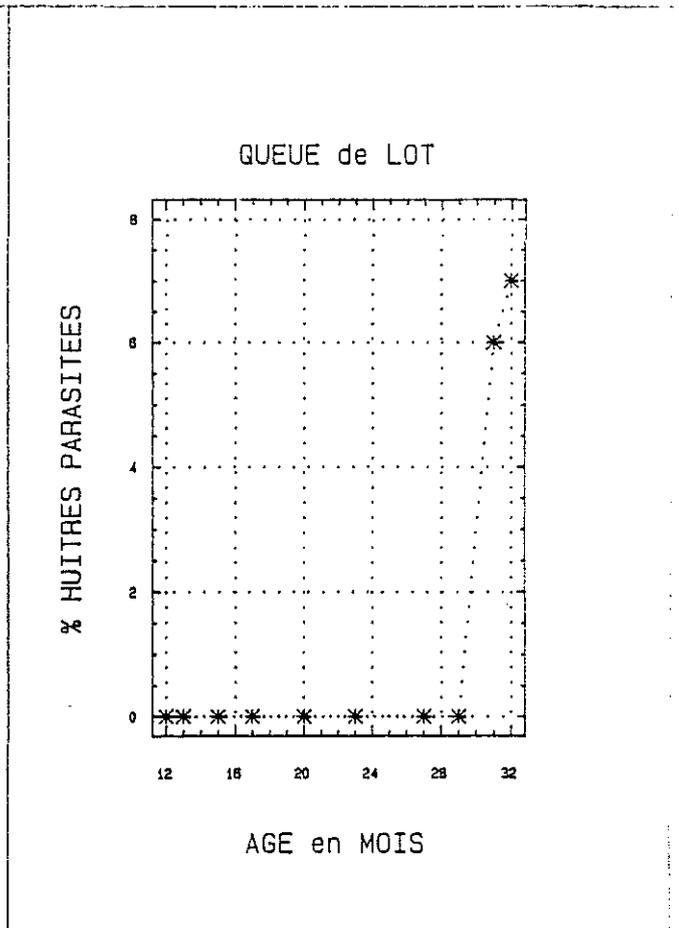
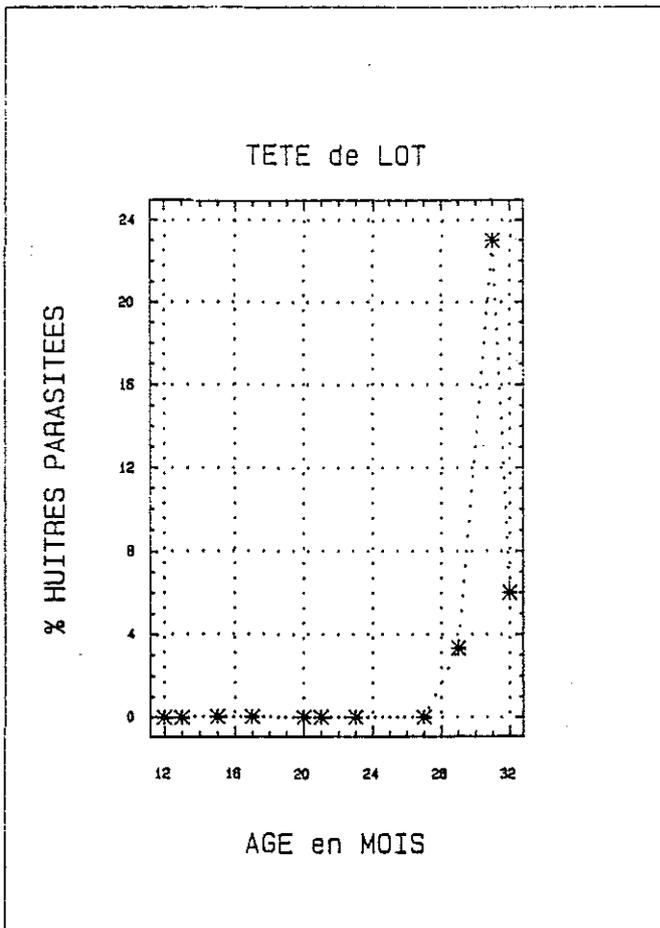
Il est nécessaire de pondérer le taux de mortalité cumulée actuelle sur les lots issus d'écloserie étant donné le handicap subi à la mise en élevage par le lot de naissains de tuile (cf. Fig.).



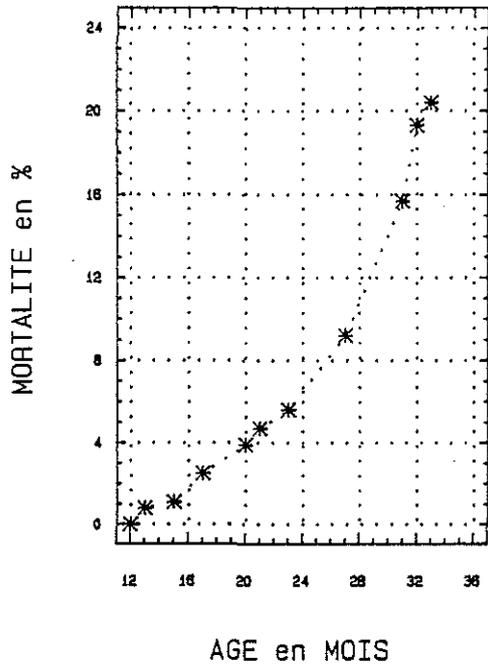




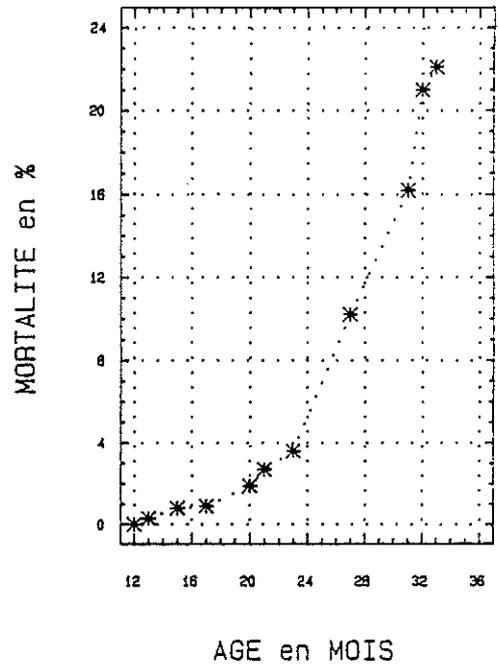




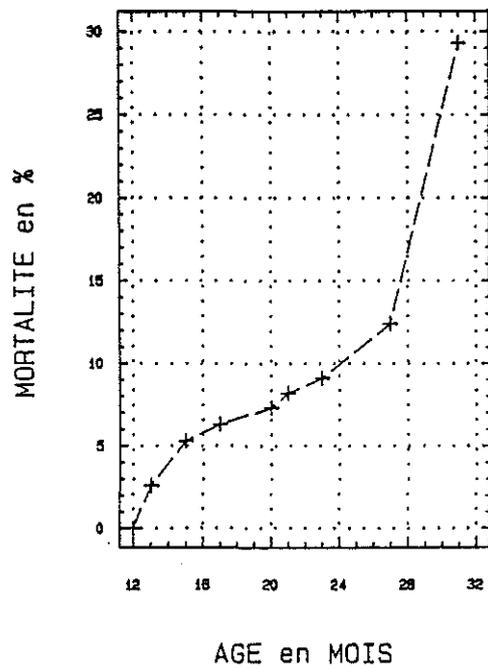
TETE de LOT



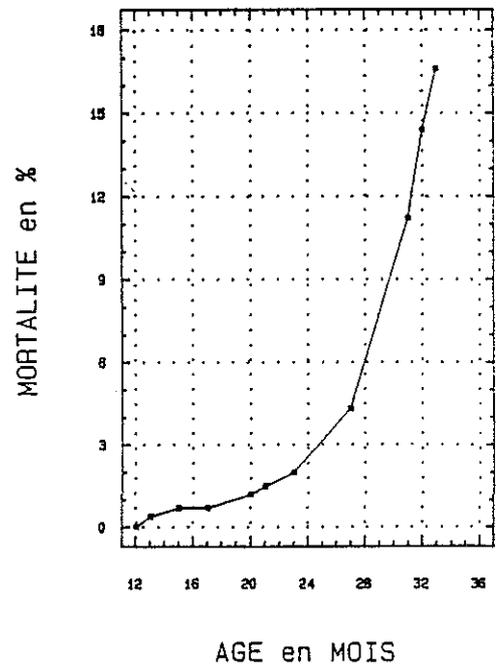
QUEUE de LOT



NATURELLES



CORPS de LOT



En effet durant deux à trois mois l'impact du détroquage est effectif sur ces jeunes individus puis se stabilise par la suite. Nous devons donc actuellement soit ajouter 4 % aux trois lots d'écloserie, soit retrancher ce même pourcentage aux huîtres naturelles.

Cette considération prise en compte, on s'aperçoit que les différences escomptées au départ ne sont pas actuellement aussi nettes que prévues.

PATHOLOGIE

Les premières infestations sont observées à la même époque, soit le premier été pendant lequel les huîtres vont maturer et assurer leur première reproduction. On retrouve ici le même phénomène que nous évoquions précédemment au cours des essais sur la notion de stress en élevage conchylicole.

C'est le lot de "Naturelles" qui présente les taux d'infestation les plus élevés avec 54 % d'huîtres parasitées au mois de décembre 1987, contre 20 % au maximum sur les huîtres d'écloserie.

En Penzé, où nous avons laissé un nombre plus limité de poches ostréicoles (8), la tendance est actuellement identique malgré une prévalence endémique moindre sur ce site.

En raison d'un taux d'infestation élevé, sur les huîtres de tuile, nous avons été amenés, dans un but prophylactique, à relever l'intégralité de ces animaux en baie de Launay à Paimpol.

L'étude de mortalité comparée sera donc reprise en 1988 sur les séries demeurant en Penzé, avec un suivi mensuel dans une première phase.

Le pourcentage d'huîtres parasitées, les études de croissance et de mortalités se feront donc conjointement sur les deux sites, excepté le lot "naturel" en baie de Launay.

On remarquera sur les différentes courbes, à la même date (31) (et parfois (20)) un pic qui perturbe quelque peu l'homogénéité des divers tracés.

Cet état repose sur le fait qu'à cette (ou ces) date, l'échantillonnage a été effectué par des personnes différentes, reposant donc ici le problème de l'aléatoire simple : ce phénomène pourrait être estompé en prenant non pas un mais deux ou trois échantillons sur un même lot. Cependant la structure de l'élevage à mettre en place deviendrait trop lourde pour pouvoir fournir un nombre suffisant d'échantillons tout au long d'un cycle de production.

U - MISE AU POINT D'UNE TECHNIQUE DE SUIVI D'ELEVAGE
PAR ECHANTILLONNAGE EN BAIE DE QUIBERON

Nous entrons actuellement dans la 3ème année d'élevage de ce semis d'huîtres plates captées sur coques de moule en eau profonde.

La technique d'échantillonnage, décrite dans le rapport 1986 s'avérant des plus satisfaisantes, fût reconduite en 1987 selon les mêmes principes de base afin d'apprécier les mortalités sur notre semis.

En 1987 l'abondance de la population d'étoiles de mer et les conditions météorologiques automnales défavorables nous ont obligé à modifier notre trame temporelle d'échantillonnage, l'effort étant surtout porté sur l'élimination des prédateurs, soit manuellement en plongée, soit par l'utilisation d'une drague de type "Faubert".

RESULTATS

Année/mois	intra-cadrat	extra-cadrat	total
1986	37 ind. +/- 9/m2	20 ind. +/- 15/m2	448 900 +/- 668 000
juin-juillet	89 232 +/- 22 000	359 700 +/- 267 000	C.V. = 30 %
1986	38 ind. +/- 14/m2	42 ind. +/- 14/m2	832 500 +/- 260 000
novembre	92 200 +/- 32 400	740 300 +/- 257 600	C.V. = 15,6 %
1987	46 ind. +/- 11/m2	24 ind. +/- 10/m2	533 800 +/- 190 000
mai	111 400 +/- 0.177 10 ³	422 400 +/- 8.855 10 ³	C.V. = 17,8 %
1987	47 ind. +/- 6/m2	28 ind. +/- 17/m2	614 400 +/- 295 000
août	112 800 +/- 15 000	501 600 +/- 296 700	C.V. = 24 %

Les résultats obtenus sont établis à partir de la technique décrite dans le rapport 1986 et d'après les échantillons récoltés en plongée.

En raison du mauvais temps, un échantillon extra-cadrat a été prélevé à la drague, en automne : il n'a donc pas été réalisé d'estimation de densité à cette époque, mais uniquement une biométrie ainsi qu'une analyse histologique.

L'ouragan survenu au mois d'octobre sur la Bretagne n'a eu qu'un effet limité sur les semis expérimentaux. Ceux-ci, situés à la limite des 5 mètres des cartes marines ont légèrement "chassé" vers le Nord sous l'effet de la houle avec formation d'aggrégats (observations effectuées en plongée). Mais la mauvaise visibilité n'a pas permis depuis cette époque de reconstrôler les semis.

DISCUSSION :

Cette deuxième année d'élevage a essentiellement été marquée par la maîtrise de cette technique d'échantillonnage, qui lorsqu'elle est bien "rôdée", devient facile d'utilisation pour les plongeurs et permet d'améliorer nos estimations. Ainsi que nous avons pu le constater l'année précédente, la bordure du semis n'est pas homogène et varie constamment dans un intervalle spatial restant à préciser.

Il est donc important d'éviter cette zone lors des prélèvements car elle détermine une strate supplémentaire à part entière.

L'échantillonner en tant que telle n'apportera pas un gain de précision supplémentaire en rapport avec le coût que l'on peut y consacrer.

Les contraintes nécessaires pour une utilisation efficace de cette méthode sont donc :

- un semis homogène dès le départ
- une bonne estimation de la surfaceensemencée.

Toutefois nous ne serons jamais à l'abri des aléas naturels tels que les perturbations météorologiques.

Les taux de survie (ou mortalité) que nous obtenons par le calcul ou encore ceux constatés de visu par les plongeurs sont équivalents : aucune mortalité importante et significative n'est relevée dans l'un ou l'autre cas. Elle est essentiellement due aux perceurs sans toutefois prendre des proportions décelables au niveau du rendement de l'élevage.

De même l'étude pathologique réalisée par histologie classique ou apposition cardiaque ne fait apparaître qu'un faible taux de Bonamia ostreae qui se situe entre 1 et 4 % d'huîtres contaminées (cf. tableau).

Ce faible pourcentage peut s'expliquer par au moins deux hypothèses qui sont d'une part une prévalence moindre constatée sur de nombreux sites d'élevage cette année (cf. situation épidémiologique), mais également une densité au semis plus que raisonnable d'environ 40 bêtes par mètre-carré.

L'effet densité devrait d'ailleurs, dans les mois à venir faire l'objet d'une étude (à l'image de ce qui se réalise en agronomie) plus poussée afin de déterminer les rendements optimaux en fonction des densités originelles dans un site donné.

1987	Captage 85 IFREMER	Ecloserie 85 IFREMER	Captage 85 B. A.	Captage 83 B. A.
Janvier			0/ 50	7/ 50
Février			0 %	14 %
Mars			1/ 50 2 %	5/ 50 10 %
Avril	2/102	5/100		
Mai	1,9 %	5 %		
Juin		1/ 50	0/ 50	11/149
Juillet		2 %	0 %	7,4 %
Août	0/ 50 0 %			
Novembre	2/ 50 4 %			3/ 50 6 %
Décembre	0/100 0 %	1/100 1 %		

Tableau : Situation épidémiologique 1987 sur 2 semis expérimentaux et 2 semis du banc amodié contigu

RESULTATS

La première année d'élevage du naissain 1985 est caractérisée par une faible croissance avec à 18 mois un poids moyen inférieur à 8 g contre 16 g au même âge pour le naissain 1983 et 24 g pour le naissain 1982. Ce retard est conservé après le deuxième automne et fin 1987 le poids moyen n'est que de 25 g contre 40 g pour les huitres de semis précédents.

DISCUSSION

La densité de départ étant très faible 39 +/- 5 huitres au mètre carré, on peut supposer des conditions hydrologiques et trophiques défavorables la première année, expliquent le mauvais démarrage du semis.

SEMIS ECLOSERIE

Dans le cadre de l'étude de résistance d'une liguée d'huîtres plates nous avons réalisé, complémentirement à l'essai mis en place en Penzé puis Paimpol, un semis de ces mêmes animaux en baie de Quiberon, origine des parents "porteurs sains" sélectionnés au départ.

La technique utilisée pour le suivi des mortalités sur cet élevage différait totalement de la méthode appliquée au semis précédent et se rapprochait de celle mise en place sur les gisements de coquille St Jacques : une ou plusieurs zones bien délimitées sur l'ensemble de l'élevage où l'on connaît parfaitement le nombre d'animaux au départ.

Après plusieurs plongées effectuées sur ce site il s'est avéré que l'ensemble de nos animaux variait constamment et que nous ne retrouvions pas les mêmes bêtes d'un échantillonnage à l'autre.

Seules une biométrie et un pourcentage d'huîtres parasitées a donc pu être effectués sur cet essai mis en place en eau profonde (cf. Fig. et Tableau)

RESULTATS

Le naissain d'écloserie de poids légèrement supérieur au naissain naturel en début d'élevage conserve cette différence tout au long des deux années d'élevage atteignant 32 g fin 1987.

DISCUSSION

La densité du semis de naissain d'écloserie (150 h/m²), tout en étant très supérieure à celle de l'autre semis expérimental (39 h/m²) reste cependant très en dessous des normes admises avant les parasitoses (400 à 500 h/m²). Par contre ce même semis a été effectué trois mois plus tard que le semis sur coque de moules. Le naissain d'écloserie a pu bénéficier lors du refroidissement de meilleurs conditions hydrologiques et trophiques qu'en milieu naturel et prendre ainsi une avance qu'il conserve depuis lors en dépit d'une densité supérieure.

Dans l'avenir cette méthode de suivi par plongée pourra être reprise sur d'autres semis en y apportant quelques modifications.

L'idéal serait de pouvoir disposer d'un cadrat de base facile à positionner et amovible au gré des essais à mener.

Une autre méthode peu différente de cette dernière pourrait être testée également : en effet, en écologie statistique, des dénombrements exacts, long à obtenir malgré tout et comportant une information inutile, eu égard à de faibles mortalités difficiles à apprécier par cette technique, peuvent être remplacés par une méthode de cotation d'abondance utilisée en statistique de pêche (FRONTIER, 1982) et qui apporte une précision suffisante dans le cadre de nos essais.

PLAN IV

SITUATION CONCHYLICOLE

VI - BILAN CONCHYLICOLE 1987

6.1. Résultats des élevages en cours

Eaux profondes

1 - CANCALE (fig. 1)

Semis 1985

94 tonnes de naissain, représentant 46.4 millions d'individus ont été semé en juin 1985. Jusqu'en décembre 1986, le semis évolue normalement, la croissance est moyenne et la prévalence observée en Bonamia inférieure à 1 %. Au cours du mois de janvier 1987, un envasement du semis nécessite le hersage. A la suite de ce problème technique la prévalence augmente rapidement : 7 % en mars et 10 % en juin pour rester à ce niveau jusqu'à la fin de l'année. La croissance redémarre au printemps et le produit final fait de 70 à 80 Kg/le mille selon les échantillons.

Le bilan de cette opération est de :

- 287 tonnes relevées en 2 ans,
- 160 tonnes relevées en 3 ans

et compte-tenu du glanage qu'il reste à effectuer il est possible de situer le taux de survie à environ 20 %.

Semis 1986

Le naissain issu du captage 1985 dans le Morbihan après une première saison moyenne (tableau n° 8) a bénéficié d'une pousse exceptionnelle en 1987, le poids moyen atteint selon les lots de 55 à 60 g. L'un des semis a été partiellement relevé mais il n'est pas possible pour le moment d'avoir une idée du taux de survie. Le semis réalisé à partir du naissain produit par l'écloserie HEPC a été envasé au cours de l'hiver 1986/1987 et de ce fait pratiquement détruit.

Semis 1987

Le captage 1986 dans le Morbihan fut très mauvais, un lot de 4, 8 millions d'huîtres fut semé en juin 1987. La croissance est bonne et les examens zoosanitaires n'ont pas pour le moment révélé la présence de Bonamia.

2 - BAIE DE SAINT-BRIEUC (fig. 2)

Semis 1985

En l'absence du "bloom" phytoplanctonique printanier en 1986, ce lot accusait un déficit de 10 kg/mille à la fin de l'année 1986 ; dans les mois qui ont suivi, l'infestation par Bonamia se développe et de fortes mortalités sont à observées lors des prélèvements de septembre 1987. La production est actuellement de l'ordre de 90 tonnes, le relevage se poursuit en fonction des besoins du marché.

Semis 1986

Le captage de 1985 fut très mauvais en raison des mauvaises conditions hydrologiques qui ont régné en Rade de Brest durant l'été 1985. Cinq tonnes de naissain furent semées au printemps 1986 sur le site de St- Quay-Portrieux. L'évolution est normale jusqu'en décembre. A partir de janvier, la présence de B. ostreae est relevée et la prévalence augmente pour atteindre 5 % en décembre 1987. La croissance est plutôt médiocre.

Semis 1987

Le naissain capté en 1986 (environ 5 tonnes) fut semé au printemps à Binic. Le premier lot examiné en décembre révèle déjà la présence de Bonamia ostreae, ce résultat pour le moins surprenant est inquiétant.

3 - BAIE DE QUIBERON (fig. 3)

L'amélioration de la situation zoosanitaire depuis 1985 a permis de relancer l'élevage de la plate en Baie. La production est difficile à évaluer ; à l'exception de quelques semis spécifiques, il s'agit soit de semis d'huîtres creuses parmi lesquels ont été mêlés du naissain de plates captés sur coques de moules ou sur tuiles, soit d'huîtres naturelles relevées en même temps que les semis d'huîtres creuses.

La production toutes classes d'âge confondues serait pour la campagne 1987/1988 de l'ordre de 120 à 150 tonnes.

6.2. - ESTIMATION DU RECRUTEMENT EN HUITRES PLATES SUR COQUES DE MOULES EN 1987

1 - Introduction

D'importantes opérations de captage d'huîtres plates sur coques de moules ont été mises en oeuvre cette année. Elles ont pour but de palier au manque de naissain destiné aux élevages en eau profonde.

Captage semis 1983 à 1986

QUIBERON - CAPTAGE 1985 - SEMIS 1985-86

MASSE
g

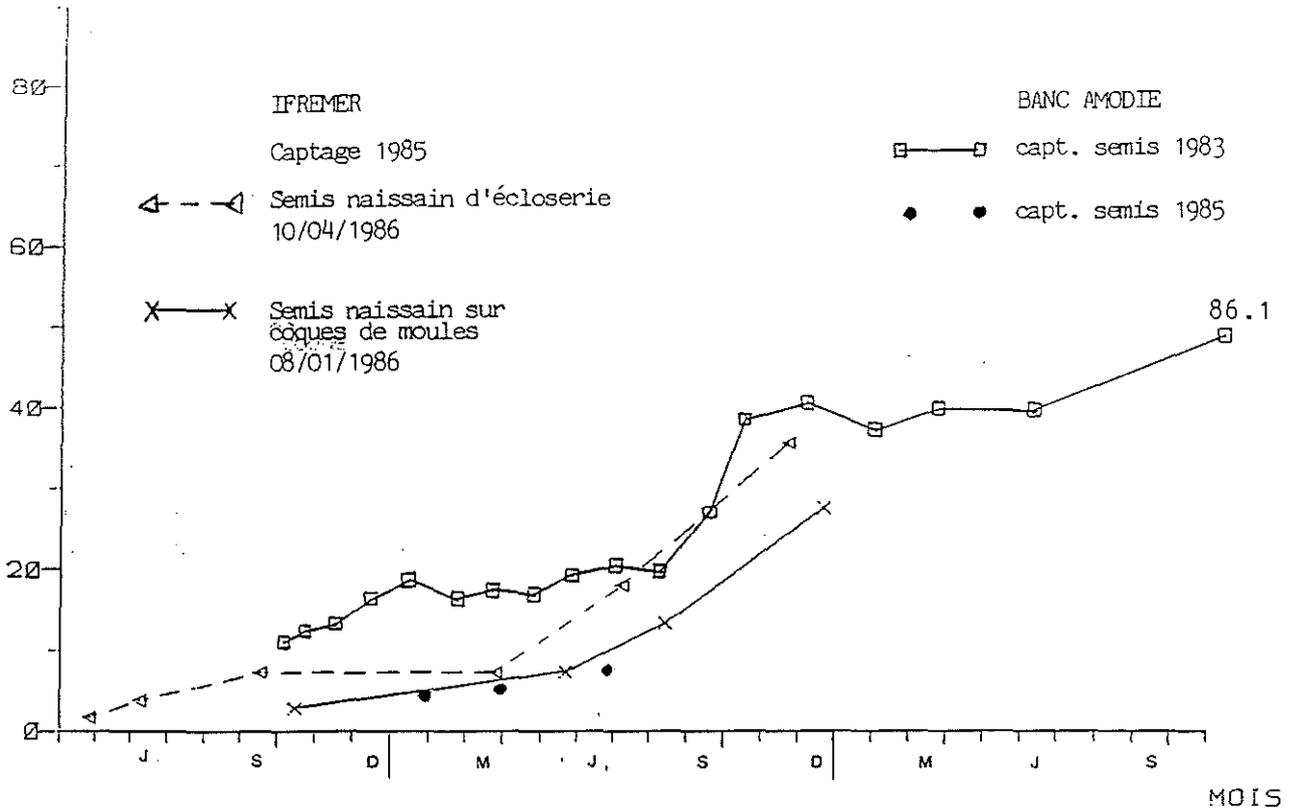


Figure n° 3 : Evolution des semis réalisés sur le banc amodié en Baie de Quiberon

CANCALE - SEMIS HUITRES PLATES - 1984-1987

MASSE
g

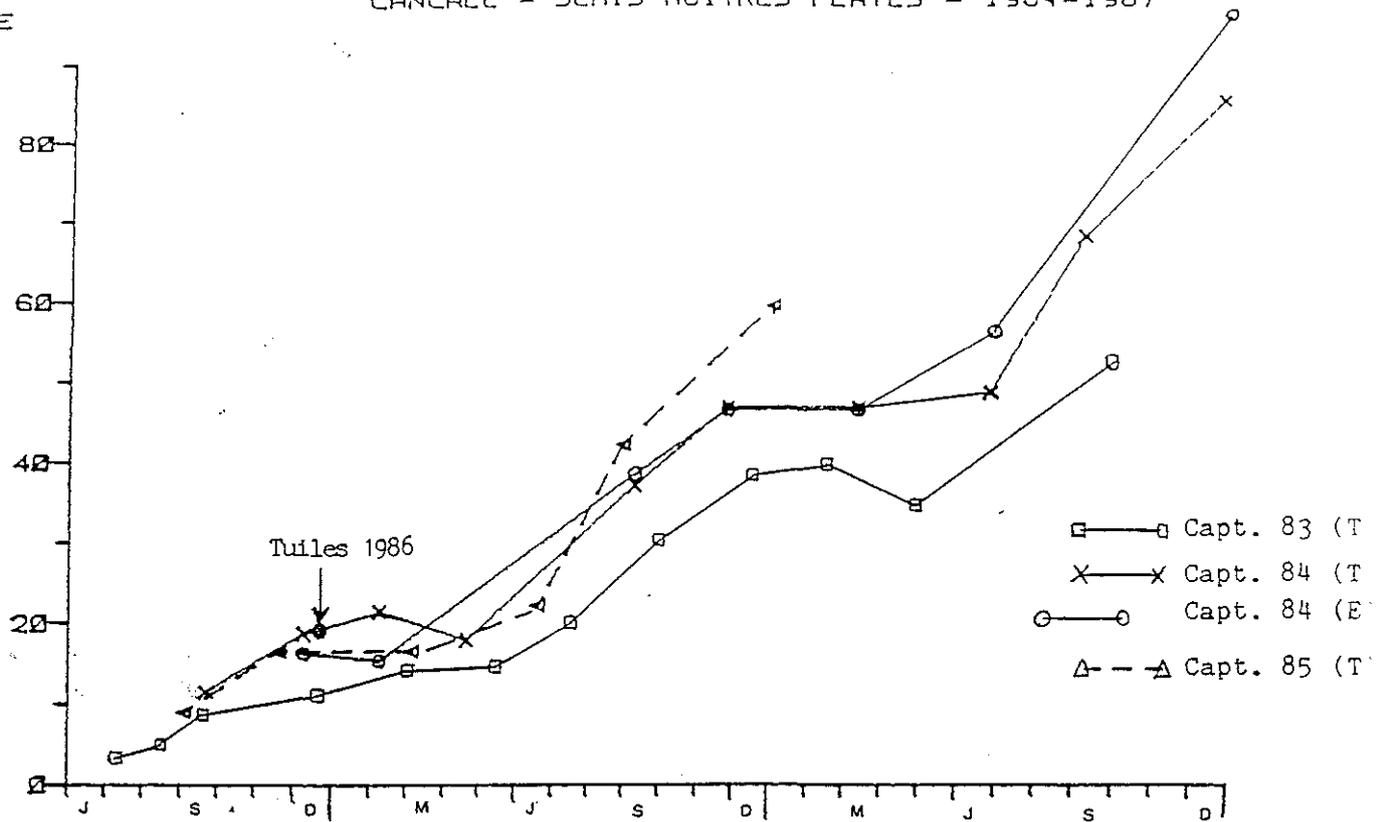


Fig. 1 : Evolution des semis réalisés à Cancale
(T) origine Tuile Morbihan - (E) origine Ecloserie HEPC

MOIS

SAINT QUAY - BINIC - SEMIS 1984 à 1987

MASSE
g

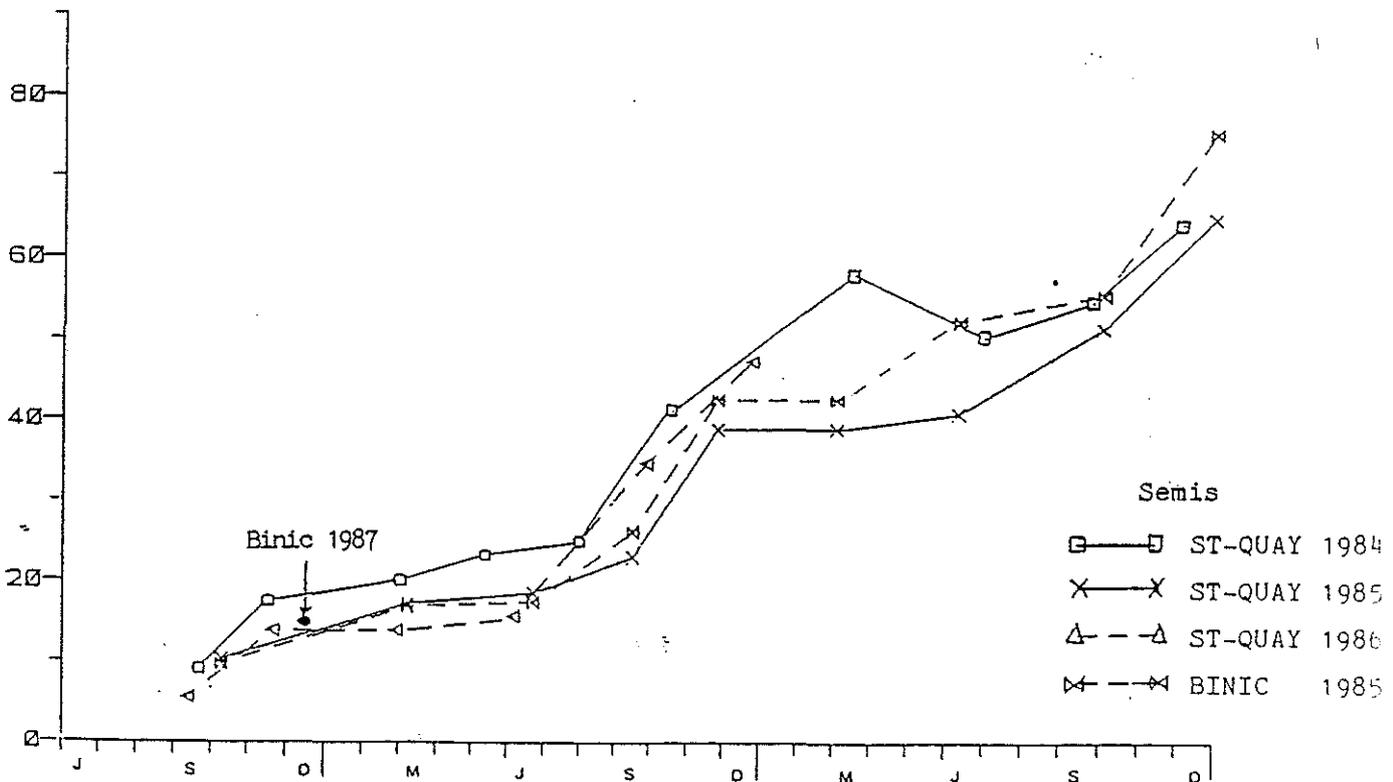


Fig. 2 : Evolution des semis réalisés en Baie de St-Brieuc
(Captage Loumergat)

MOIS

Outre la Baie de Quiberon, centre habituel de captage, deux autres secteurs ont été retenus pour ces actions ; celui de Loumergat en rade de Brest, et ceux de Port-Vendres et Gruissan en Méditerranée. Le C.I.C., les Professionnels et IFREMER étaient partie prenante dans ces opérations, par ailleurs soutenues financièrement, en ce qui concerne la Méditerranée, par le Secrétariat d'Etat à la Mer.

Un programme d'observations a été mis au point par le laboratoire IFREMER de la Trinité sur Mer auquel s'est associé le laboratoire de Sète. Il comporte :

- l'estimation du recrutement dans les divers secteurs,
- l'évaluation de la survie après transfert sur les lieux d'élevage,
- le suivi de semis représentatifs sur 3 ans (survie, croissance, infestation par Bonamia).

L'estimation du recrutement dans les trois secteurs de captage fait l'objet d'un rapport IFREMER en voie de publication. Nous donnons ici l'essentiel des résultats.

2 - Méthode

La méthode d'évaluation est celle utilisée depuis 3 ans (Martin et al., 1986). Elle se base sur un échantillonnage stratifié à trois niveaux et les prélèvements sont effectués en plongée. En Baie de Quiberon la strate de Beaumer-Carnac, la plus importante, n'ayant pu être échantillonnée sur son ensemble, les résultats obtenus sur un des lots ont été extrapolés à l'ensemble de la strate.

3 - Déroulement des opérations et résultats par secteur

Cette année le recrutement en naissain d'huîtres plates sur coques de moules placées en suspension a été fortement perturbé par les conditions hydrologiques et climatiques et ce, dans les trois secteurs considérés.

3.1. BREST - LOUMERGAT

Dans le secteur de Loumergat, 350 cadres garnis de coques de moules ont été placés courant juillet. Le captage a eu lieu tardivement en septembre, l'évolution des pontes des mois de juillet et août ayant été bloquée par un bloom phytoplanctonique et des températures inférieures à 18° C (résultats communiqués par l'équipe de biologistes du Comité Local des Pêches de Brest).

Les résultats du captage sont médiocres (0,2 naissain par coque) et laissent prévoir mi-octobre, une récolte située entre 1 million et 1,7 million de bêtes pour les 90 cages destinées au C.I.C.. Début février 1988 ces cages sont toujours en place sur le site. Un nouvel échantillonnage est prévu courant mars avant semis. Il est prévu de semer une partie du naissain en Baie de Quiberon sur la concession IFREMER et le reste en rade de Brest dans le secteur de Roscanvel.

3.2. - BAIE DE QUIBERON

En Baie de Quiberon 750 cadres contenant environ 600 m³ de coques de moules ont été immergés entre le 6 et le 17 juillet dont 195 cadres pour le C.I.C. et 20 cadres pour IFREMER. Près de 500 m³ de coques de moules ont également été semés au sol dont 160 m³ pour le C.I.C. (tableau 1 ; figure 1).

Bien que la fixation des larves ait été perturbée également par une chute prématurée de la température (rapport IFREMER - J.P. ALLENOU), les résultats par coques sont meilleurs qu'à Loumergat (0,4 à 0,8 naissain par coque) laissant espérer une récolte de 7,5 à 8,5 millions de bêtes pour le C.I.C.. La tempête du 15 octobre a réduit cette récolte de 35 à 47 %, le nombre d'huîtres semées étant évalué entre 3,8 et 5,7 millions. Les semis ont eu lieu fin octobre-début novembre sur le Banc Amodié de la Baie de Quiberon, un lot de 630 000 à 850 000 bêtes ayant cependant été transféré sur Cancale entre le 17 et le 20 novembre 1987.

Les pertes subies par l'ensemble de la profession dans ce secteur sont, semble-t-il beaucoup plus variables et la récolte totale évaluée initialement à 33 millions de bêtes se situe approximativement entre 11 et 15 millions après la tempête.

Le captage au sol très faible sur le Banc Amodié (1 naissain pour 217 coques) a été plus important dans les autres secteurs. Il est considéré cependant comme négligeable par rapport au captage en suspension d'autant plus qu'une grande partie des coques, semées dans la limite des 3 mètres à pu être ensablée ou dispersée à la côte.

Outre les cadres destinés au C.I.C., 20 cadres répartis entre Beaumer et le Banc Amodié ont été placés pour IFREMER : le 17 juillet les 10 cadres de Beaumer ont perdu toute leur récolte, les 10 autres moins endommagés ont obtenu une récolte moyenne de 0,2 naissain/coque avec une perte située entre 38 et 57 %. Il reste entre 70 000 et 120 000 bêtes destinées à un semis expérimental sur la concession IFREMER effectué le 23 novembre 1987.

3.3. MEDITERRANEE

710 cadres ont été immergés entre le 4 et le 13 juillet à Port-Vendres dont 200 destinés à approvisionner les Comités de Bretagne-Nord et de Bretagne-Sud en naissain.

Les observations et prélèvements ont été effectués en coopération avec le laboratoire IFREMER de Sète. Les résultats du captage observés début septembre étaient proches de ceux de la Baie de Quiberon, soit 0,34 à 1,15 naissain par coque selon les cages. La récolte globale devait s'élever à 28,65 millions plus ou moins 8,55 millions de bêtes dont 8 millions destinés au C.I.C..

Là aussi, les tempêtes de septembre-octobre ont provoqué des pertes importantes, de l'ordre de 80 %, réduisant la récolte à environ 5,4 millions de bêtes dont 1,5 millions pour le C.I.C.. 120 cadres ont été relevés et le naissain transféré sur Cancale courant novembre soit 850 000 bêtes environ.

D'autres tempêtes ont perturbé le relevage et le transfert suivant n'a eu lieu que fin février 1988. Un lot de 140 000 bêtes représentant le reliquat de 179 cages a été semé entre le 20 et le 23 février. Il reste à l'heure actuelle 410 cages à Port-Vendres représentant quelques 300 000 bêtes dont le devenir n'est pas décidé. Il faut noter que près de 30 % de ces bêtes résultant d'un surcaptage sont de taille inférieure ou égale à 3 mm et ont donc très peu de chances de survie.

CONCLUSION

Malgré les perturbations et les retards qui ont caractérisé la campagne de recrutement 1987, le résultat reste très supérieur à celui de 1986. La récolte déjà semée pour la Section Régionale Bretagne-Sud s'élève à environ 4,7 millions de bêtes. Le devenir du naissain issu de Loumergat et de Méditerranée reste en suspens.

6.3. - ESTIMATION DES STOCKS D'HUITRES PLATES SUR LE BANC AMODIE DE LA BAIE DE QUIBERON

1 - INTRODUCTION

Depuis plusieurs années des opérations de transfert de géniteurs en provenance de Cancale sont effectuées afin de grossir le stock de la Baie de Quiberon, dans l'espoir d'assurer un recrutement plus important. Cependant, la méconnaissance du stock indigène fait que l'on ne sait pas dans quelles proportions le stock s'accroît et s'il convient de continuer les apports.

Bien que la relation stock recrutement ne soit pas évidente à établir, il convient dans un premier temps de connaître l'état du stock indigène, le recrutement étant maintenant évalué régulièrement chaque année.

En 1987, une première approche de l'estimation du stock de géniteurs du Banc Amodié a été réalisée sur les semis 1983 et 1985, le semis 1984 ayant quasiment disparu au cours du premier hiver d'élevage.

2 - Méthode

La méthode d'échantillonnage s'inspire de celle adoptée sur le semis expérimental de naissain sur coques de moules.

Elle consiste en un échantillonnage à deux niveaux :

- **premier niveau** : tirage de 4 carrés de 10 m X 10 m sur l'ensemble du semis.

- **deuxième niveau** : tirage de 4 fois un mètre carré dans chaque unité du premier niveau, le contenu de chaque unité secondaire étant compté sur place en plongée. 16 échantillons sont ainsi dénombrés ce qui représente le maximum réalisable lors d'une plongée à deux personnes. L'opération a été effectuée deux fois sur le semis 1985 ce qui porte l'échantillonnage total à trente deux unités.

Un échantillon de cent huîtres a été prélevé en plongée (semis 1985) ou à la drague (semis 1983) pour obtenir le poids moyen à la date de l'estimation.

3 - Résultats

Le tableau donne, pour les deux semis, la récolte en nombre de bêtes et le tonnage correspondant à partir du poids moyen d'une huître. L'intervalle de confiance sur ce tonnage est donné sous réserve de la représentativité et de l'indépendance de l'échantillon prélevé pour l'estimation du poids moyen.

Pour le semis 1983, un certain nombre d'huîtres naturelles, essentiellement du 18 mois - 2 ans s'ajoutent au semis initial. Le tonnage correspondant n'est donné qu'à titre indicatif.

On voit, pour ce tableau, que le nombre d'huîtres de 4 ans, évalué à 112 000 (plus ou moins 107 000) est très faible. Le nombre d'huîtres de 2 ans reste, par contre, conséquent, soit 4,4 millions plus ou moins 1,6; Si l'on se rapporte à la quantité semée initialement en 1985, qui s'élevait à 10,7 millions plus ou moins 1,5 on constate cependant une mortalité proche de 60 % entre septembre 1985 et mai 1987 dont l'essentiel a du survenir entre septembre 1985 et janvier 1986 si l'on en croit les résultats obtenus sur le semis IFREMER. Celui-ci effectué en janvier 1986 n'a apparemment pas subi de forte mortalités.

4 - Discussion

Au vu de ces résultats, il apparaît que la méthode d'estimation reste à améliorer en raison des forts coefficients de variation observés sur les densités moyennes. La variation est essentiellement due à la variance au niveau primaire, c'est-à-dire, au niveau des unités de 100 m² dont le taux d'échantillonnage est très faible (4 pour 600 ou pour 1500).

En pratique il est difficile d'accroître ce taux car cela revient à multiplier les plongées en raison de la dispersion des unités. Nous envisageons de tester une autre méthode d'échantillonnage, la méthode de "transect" qui consiste en un échantillonnage systématique le long de lignes traversant le semis.

		Semis 1983	Semis 1985
Date d'estimation		25 mai 1987	2 et 6 juin 1987
Surface		6 ha	15 ha
Densité	moyenne / m ² variance coeff. variation	1,88 0,8 48 %	29,2 28,7 18 %
Population totale	population variance C.V.	112 500 ± 107 300 2880 10 ⁶ 48 %	4 400 000 ± 1 600 000 645 773 10 ⁶ 18 %
Poids moyen d'une huître	poids moyen (g) variance C.V.	56,64 ± 9,2 21,266 8 %	7,47 g ± 0,58 0,0829 4 %
Tonnage	tonnage variance C.V.	6,4 T ± 6,1 927 10 ¹⁰ 48 %	32,9 T ± 12,3 3769 10 ¹⁰ 19 %
Huîtres Naturelles 18 mois - 2 ans	densité tonnage très approximatif	2,3 1,3 T	
Quantité initiale semée	population variance C.V.		10 700 000 ± 1 500 000 542 015 10 ⁶ 7 %
Mortalité			59 %

Il convient également de modifier la méthode de prélèvements des huîtres destinées à l'estimation du poids moyen pour une meilleure représentativité du semis.

Quoi qu'il en soit les résultats obtenus cette année donnent une assez bonne image des stocks présents sur le Banc Amodié.

Par ailleurs au vu de l'estimation de la mortalité sur le semis 1985 il apparaît important de mieux cerner le taux de survie du naissain après l'hiver suivant le captage, que ce soit au sol ou en suspension.

5 - Conclusion

En mai-juin 1987, les huîtres du Banc Amodié susceptible de participer à la saison de reproduction se répartissent comme suit : 6,4 tonnes plus ou moins 6,1 d'huîtres de 3 - 4 ans, 33 tonnes plus ou moins 12 de 18 mois - 2 ans, 36 tonnes d'huîtres de 2 - 3 ans en provenance de Cancale plus quelques tonnes d'huîtres naturelles de 18 mois à 3 ans.

Aux huîtres du Banc Amodié s'ajoutent celles des semis de professionnels constituées essentiellement d'huîtres de captage 1984 (en parties relevées fin 1987) et d'huîtres de captage 1985 dont le semis initial (était évalué à 14 millions de bêtes. Si l'on possède peu de données sur le résultats du semis 1984 chez les professionnels, pour le semis 1985 on peut, dans un premier temps, appliquer le même taux de survie que pour le Banc Amodié, ce qui porterait le stock proportionnel à 5,6 millions de bêtes soit 42 tonnes, toujours au mois de mai 1987. Ce chiffre ne tient évidemment pas compte des variations importantes qui peuvent exister entre les différents semis en fonction de la densité et du site.

A l'avenir on peut envisager de continuer l'estimation en plongée sur les semis de Banc Amodié pour connaître les taux de survie de chaque classe d'âge et de compléter l'étude par enquête auprès de professionnels afin de tenir compte des variations liées au site et à la méthode de travail et surtout des relevages éventuels pour la commercialisation.

VII - CONCLUSION

La situation zoosanitaire reste inchangée en ce qui concerne l'extension des parasitoses en Bretagne. cependant à l'exception de la Baie de Saint-Brieuc, la virulence de Bonamia ostreae a diminué et les élevages à Cancale et en Baie de Quiberon ont pu être menés à bien en dépit des problèmes zootechniques rencontrés.

Les observations sur les élevages (évaluation du stock de naissain, évolution de la croissance, de la prévalence en Bonamia, estimation des stocks) se poursuivent afin d'apporter aux décideurs (profession, administration) les informations dont ils ont besoin dans le cadre des opérations d'aide à la relance : transfert, diversification des centres de captage ... etc.

Parallèlement des essais sur le terrain ont permis de mettre en évidence l'importance du stress physiologique que constitue la période de reproduction pour les mollusques. La mise au point d'une technique de production de Triploïdes et de Tétraploïdes est une voie de recherche à développer. Ces manipulations sont déjà réalisées à grandes échelles sur les huîtres creuses aux U.S.A..

Les essais réalisés depuis 1985 sur une souche "résistante" se poursuivent en terrains découvrants et en eaux profondes en Baie de Quiberon. Les premiers résultats semblent positifs. La conclusion devrait intervenir au cours de l'année 1988.

Un travail important a également été réalisé en 1987 pour la mise au point de méthodes d'échantillonnage en eaux profondes d'une part au niveau des méthodes de prélèvement en plongée et d'autre part sur les traitements statistiques des observations. Ce préalable est indispensable au développement prochain des essais zootechniques.

Par ailleurs les travaux sur les divers modèles pathologiques se sont poursuivis à la Station de Génétique et de Pathologie de la Tremblade - Modèle huître - Bonamia ostreae, modèle huître - Virus. Dès à présent ils ont permis de mettre en évidence chez Crassostrea gigas un facteur de nature enzymatique doué d'une activité neutralisante vis à vis d'organismes pathogènes. Les recherches se poursuivent pour étudier la variabilité de ce facteur, éventuel critère de sélection d'individus résistants.

Caract. Nombre d'huître	Capt. 82 - Tuiles Morbihan 43.1 Millions			Capt. 83 - Tuiles Morbihan 31.7 Millions			Capt. 84 - Tuiles Morbihan 46.4 Millions			Capt. 85 - Tuiles Morbihan 35.0 Millions			Capt. 86 - Tuiles Morbihan 4.8 Millions		
	Pds	Nb	B	Pds	Nb	B	Pds	N	B	Pds	Nb	B	Pds	Nb	B
Mai	1983			1984			1985			1986			1987		
Juin															
Juillet															
Août	6.6	100	0	3.2	30	0				7.0	200	0			
Septembre	13.4	95	0	4.8	30	0				9.0					
Octobre	22.2	100	0	8.3	30	0									
Novembre	20.5	30	0	12.7	30	1				16.6	50	0			
Décembre	23.9	30	0	10.8	60	1							18.4	50	0
Janvier	1984			1985			1986			1987					
Février	23.3	30	0	12.9	30	1									
Mars	22.3	30	0	13.9	30	1	21.4	100	1	16.4	40	0			
Avril	23.8	30	1	-			17.9	100	0						
Mai	22.2	30	0	-											
Juin	21.7	30	0	14.3	100	2									
Juillet	27.8	30	0	-						22.1	100	0			
Août	30.7	30	0	19.8	100	0				42.1	100	3			
Septembre	34.2	30	0	-											
Octobre	40.7	30	1	30.1	60	2	36.9	100	0						
Novembre	40.5	30	1	-			46.6	50	0						
Décembre	47.5	40	1	-						59.3	200	8			
	47.7	60	2												
Janvier	1985			1986			1987								
Février	45.3	30	4												
Mars	49.6	50	1	39.4	202	2									
Avril	48.9	50	5	34.5	100	1	42.0	100	7						
Mai	-	100	13												
Juin	46.0						48.3	200	20						
Juillet	-	50	2												
Août	-						67.9	94	7						
Septembre	58.9	30	3	52.3	150	3									
Octobre															
Novembre															
Décembre	67.0	50	6				85.1	200	21						
Janvier	1986														
Février	Glanage	82	14												
Mars															
	Relevage total environ 650 tonnes survie 36 à 40 %			Relevage total 300 tonnes survie 22 %			Relevage 450 tonnes survie 20 %								

Caract.	Capt. 82 - Loumergat Semis St-Quay 25 T			Capt. 83 - Loumergat Semis St-Quay 3 T			Capt. 84* - Loumergat 19 T (St-Quay - Binic)			Capt. 85 - Loumergat 5 T - St-Quay			Capt. 86 - Loumergat 5 T - Binic			
	Pds	Nb	B	Pds	Nb	B	Pds	Nb	B	Pds	Nb	B	Pds	Nb	B	
	1983			1984			1985						1986			
Mai																
Juin								231	0							
Juillet																
Août																
Septembre		100	0	9.2	30	0				5.5	100	0				
Octobre	9.8	100	0	-	-	-										
Novembre	15.1	30	0	17.6	30	0	{10.2	60	0							
Décembre	18.1	30	0	-	-	-	{9.7			13.9	50	0	14.2	100	3	
	1984			1985			1986			1987						
Janvier	17.8	30	0													
Février	15.7	30	0	20.2	30	0	{17.1	100	0	15.4	100	2				
Mars	20.2	30	0	-			{16.8	100	2							
Avril	18.1	30	0	-												
Mai	20.7	30	1	23.3	50	0										
Juin	22.9	30	0	-			{18.5	100	0	15.6	100	1				
Juillet	24.0	30	0	24.9	50	0	{22.0	100	1							
Août	30.5	30	0	-												
Septembre	41.2	30	0	-			{22.9	100	0	34.5	100	4				
Octobre	55.2	30	1	41.4	50	0	{26.0	100	1							
Novembre	54.7	30	0				{38.6	50	0							
Décembre	-	-	-	-			{42.3	50	2	47.0	100	5				
	1985			1986			1987									
Janvier	-															
Février	52.9	30	0		30	2	40.8	100	3							
Mars	-				70	1	52.0	100	4							
Avril	-															
Mai	60.8	50	2				40.5	100	9							
Juin	-			50.4	75	6	51.9	100	12							
Juillet	61.2	50	1													
Août	-															
Septembre	-			54.8	100	6	51.0	100	42							
Octobre	72.2	50	1				55.0	100	38							
Novembre																
Décembre	71.2	50	17	64.1	50	3	64.5	50	23							
							74.8	100	65							
Janvier	1986	30	5													
Février																
Mars		70	34													
	Production environ 300 tonnes	Production 20 tonnes			Production 90 tonnes											

Caract. Nb cadre B.A. Nb nais./coq. Nb bêtes Nb total Cadre (baie) :	Captage 82 - B.A. 50			Captage 83 - B.A. 50			Captage 84 - B.A. 240			Captage 85 - B.A. 240			Captage 86 - B.A. 240			Captage 87 - B.A. 190		
	2,1 à 4,9 N/Coque 2,5 à 6 millions			0,2 à 0,7 N/Coque			1 N/Coque 16 millions + 250 m3 sur sol 1300			11 millions			0,6 millions			3,8 à 5,7 millions		
	2,2 à 5,2 millions			0,2 à 1,8 N/Coque (+jusqu'à 0.5 creuse/C)			0,7 à 1 N/Coque			24 à 27.5 m2			1.6 millions			11 à 15 millions		
	Taille /Poids	Nb	B	Taille /Poids	Nb	B	Taille /Poids	Nb	B	Taille /Poids	Nb	B	Taille /Poids	Nb	B	Taille /Poids	Nb	B
	1983			1984			1985			1986			1987			1988		
Janvier				21.3mm	38	0	18.6mm	33	0		129	0						
Février		90	0	21.3mm	139	0	11.9mm	30	0				120	0				
Mars	12.5mm	105	0	21.7mm	53	0	16.2mm	30		60	0		44	0				
Avril	13.6mm	118	0	23.0mm	30	0	-						53	0				
Mai	19.3mm	50	1	25.1mm			15.8mm	50	0	86	0							
Juin		50	1	26.6mm	66	0	-	50	0	40	1	/						
Juillet	32.4mm	50	0	30.9mm	30	1	-	43	0									
Août		30	0	32.3mm	30	0	-											
Septembre	10.3g			11.0g	30	0	8.7g	30	0									
Octobre	16.8g	30	0	12.3g			10.1g	30	1									
Novembre	21.0g	30	0	13.3g	30	1	15.2g	30	0	40		1						
Décembre	19.6g	60	1	16.4g	30	1												
	1984			1985			1986			1987			1988					
Janvier	26.8g	30	0	18.6g	30	1	17.0g	50	5	4.4	50	0						
Février	27.0g	30	1	16.4g	30	1												
Mars	29.4g	30	1	17.4g	30	1	16.9g	30	0	4.8								
Avril	28.6g	30	1	16.7g	30	2												
Mai	27.1g	60	3	19.2g	30	1		28	2	7.2	102	2						
Juin	29.1g	30	1	20.4g	30	1				7.4	50	0						
Juillet	31.3g	90	11	-	30	1												
Août	30.1g	30	5	19.6g	30	1				13.3	50	0						
Septembre	32.6g	30	1	27.0g	30	0												
Octobre	42.5g	30	3	38.4g	30	4	-	29	0									
Novembre	40.0g	30	3	40.3g	30	5					50	2						
Décembre	41.7g	30	6							27.3	100	0						
	1985			1986														
Janvier	46.6g			37.0g	50	5												
Février	44.9g																	
Mars	43.4g			39.5g	30	3												
Avril	45.8g																	
Mai	41 g			39.4g	29	3												
Juin																		
Juillet																		
Août																		
Septembre																		
Octobre				48.5g	50	4												
Novembre		30	3															
Décembre																		

Légende : Evolution de la croissance et de l'infestation par *Bonamia ostreae* en Baie de Quiberon