

Découvrez un ensemble de documents, scientifiques ou techniques,
dans la base Archimer : <http://www.ifremer.fr/docelec/>

ifremer

Convention de Recherches Conseil Régional Poitou-Charentes

DRV 88-013-RA/Tremblade

**Diversification de la production
conchylicole : cultures de palourdes sur
estran**

Par

Philippe Gouletquer

**Laboratoire National Ecosystèmes Conchylicoles IFREMER -
B.P. 133 - 17390 LA TREMBLADE**

25936
veel

4176

IFREMER - LEC
Mus de Loup
B.P. 133
17390 LA TREMBLADE
Tél. : 46.36.18.41

DIRECTION DES RESSOURCES VIVANTES
DEPARTEMENT RESSOURCES AQUICOLES

AUTEUR (S) : GOULLETQUER Philippe	CODE : N°DRV 88-013-RA/TREMBLADE
TITRE : DIVERSIFICATION DE LA PRODUCTION CONCHYLICOLE : CULTURES DE PALOURDES SUR ESTRAN	Date : Mai 1988 tirage nb : Nb pages : 44 Nb figures : 22 Nb photos :
CONTRAT : CONVENTION DE RECHERCHES CONSEIL REGIONAL POITOU-CHARENTES COMPTE RENDU ANNUEL N°4	DIFFUSION : Libre : <input checked="" type="checkbox"/> Restreinte : Confidentielle :

RESUME :

Depuis 1984, des expérimentations portent sur l'élevage de palourdes Ruditapes philippinarum sur estran, prégressies en claires pendant 1 an. Les conditions d'élevage sont maintenant bien cernées, niveau de la population à un coefficient de l'ordre de 70 à 80, granulométrie de sédiment sablo-vaseux ou sableux, stabilité du sédiment sur toute la période d'élevage qui se situe de fin Avril à Novembre. Cette possibilité d'élevage permet une diversification de la production du bassin conchylicole de Marennes-Oléron et peut constituer une alternative à la surexploitation en huîtres. Les densités en palourdes (2 kg/m²) sont cinq fois moins importantes que l'huître et le taux de filtration de Ruditapes philippinarum est inférieur de 20% à celui de Crassostrea gigas. L'étude du facteur turbidité permet de montrer que la stabilité comme la granulométrie du sédiment constituent un facteur déterminant dans le choix des sites d'élevage. En période hivernale, les remises en suspension fréquentes du sédiment, occasionnent une turbidité élevée. Ces conditions trophiques défavorables sensibilisent les palourdes aux variations des facteurs externes, entraînant ainsi des mortalités élevées.

Mots clés : Ruditapes philippinarum, culture sur estran, culture en claire

41068

IFREMER-SDP
Centre de BREST
de la Mer
Bibliothèque
P.P. 70 29243 MARENNE

INTRODUCTION

Depuis 1984, les expérimentations portant sur l'élevage de palourdes Ruditapes philippinarum sur estran, prégrossies en claires pendant 1 an, ont permis de définir les conditions d'élevage :

- semis des palourdes fin Avril, pêche en Novembre-Décembre,
- Niveau d'immersion à un coefficient de 70-80,
- Granulométrie de sédiment de type sablo-vaseux ou sableux,
- Stabilité du sédiment.

Par ailleurs, l'approche économique d'un tel cycle d'élevage a été étudiée en liaison directe avec les données économiques des exploitations en claires ostréicoles (Gouletquer, rapport EPR Poitou-Charentes, 1986, 1987).

Ainsi une telle diversification de la production du bassin conchylicole est réalisable et peut constituer une alternative à la surexploitation en huîtres. En particulier, les densités en palourdes (2kg/m²) sont cinq fois moins importantes que l'huître, l'activité métabolique (taux de filtration) bien qu'élévée, reste inférieure de 20 % à celle de l'huître japonaise C. gigas. Par ailleurs, les périodes d'élevage, Avril à Novembre, limitent l'utilisation dans le temps des parcs.

Toutefois, les différentes expérimentations sur le littoral atlantique montrent des mortalités post-hivernales pouvant atteindre 20 à 30 % des cheptels en élevage. Les conditions d'apparition de ces mortalités sont abordées à partir d'une étude écophysiological d'une population de palourdes japonaises Ruditapes philippinarum.

Par la suite, une étude expérimentale au laboratoire permet de quantifier les effets du facteur turbidité. Les principaux résultats concernant l'apparition de ces mortalités et des facteurs intervenant sur celles-ci sont présentés sous forme de publications :

CONCLUSION

Les mortalités observées sur les différents sites étudiés, sont consécutives à des périodes d'amaigrissement hivernal prolongées. Les conditions trophiques défavorables pendant ces périodes, tant au point de vue quantitatif que qualitatif (turbidité) sensibilisent les animaux aux variations des facteurs externes dont la température ou la salinité.

L'instabilité de parcs à sédiment vaseux a pour conséquence des remises en suspension fréquentes limitant la croissance en période printanière, et augmentant les pourcentages de mortalité tout au long de l'année. La granulométrie comme la stabilité du sédiment constituent un paramètre déterminant dans le choix des sites d'élevage et dans le cadre de l'association de Ruditapes philippinarum avec une espèce bioturbatrice comme la crevette japonaise Penaeus japonicus.

ANNEXES :

- 1°) Mortalité hivernale chez la palourde japonaise page 3 à 19
 ¹ Ruditapes philippinarum sur le littoral atlantique : aspects biochimique et écophysologique

- 2°) Evolution saisonnière de la filtration de bivalves intertidaux dans des conditions naturelles page 20 à 24

- 3°) Effets de la turbidité sur les palourdes adultes page 25 à 44
 Ruditapes philippinarum (Adams et Reeve) : Croissance, effort de reproduction, composition biochimique, mortalité.

MORTALITE HIVERNALE CHEZ LA PALOURDE JAPONAISE
RUDITAPES PHILIPPINARUM SUR LE LITTORAL ATLANTIQUE :
ASPECTS BIOCHIMIQUE ET ECOPHYSIOLOGIQUE.

par

Philippe GOULLETQUER

IFREMER, Laboratoire National Ecosystèmes Conchyliques (LEC)
B.P. 133, 17390 LA TREMBLADE (FRANCE).

RESUME :

Depuis quelques années, des mortalités importantes sur les élevages de palourde japonaise "Ruditapes philippinarum" sont signalées en fin de période hivernale sur le littoral atlantique. L'étude écophysio-écophysiologique d'une population réalisée sur l'estran du bassin de Marennes-Oléron permet de caractériser les conditions d'apparition d'une mortalité importante, en particulier un fort amaigrissement associé à une disparition des substances biochimiques de réserve chez les animaux. Une comparaison biochimique est effectuée sur différents sites du littoral atlantique en période de mortalité ainsi que sur différents types de milieux (estran, claires) afin de vérifier ces conditions.

ABSTRACT : WINTER MORTALITIES OF THE MANILA CLAM RUDITAPES PHILIPPINARUM ALONG THE FRENCH ATLANTIC COASTS : BIOCHEMICAL AND ECOPHYSIOLOGICAL ASPECTS.

For some years, high mortalities on Manila clam's breeding occurred at the end of Winter on Atlantic coasts. The ecophysiological survey of population was performed using a ground culture technique. This permitted to characterize the conditions related with mortalities such as a loss in dry weight and a decrease of metabolic reserves. A comparison of biochemical composition was conducted during the occurrence of mortality on different sites along the Atlantic coast, and in different ecosystems (tidal land, oysters ponds).

Mots clés : mortalité, Ruditapes philippinarum, glycogène, claires ostréicoles, estran.

Key-words : mortality, Ruditapes philippinarum, glycogen, oyster pond, tidal bottom.

INTRODUCTION

Parallèlement à l'extension de l'élevage de la palourde japonaise Ruditapes philippinarum, et l'augmentation des biomasses en élevage, des cas de mortalités hivernales anormales non associées à des parasites affectent les populations dans différents sites du littoral. En particulier dans les secteurs où les élevages sont effectués successivement en claires ostréicoles puis sur estran, seules les dernières populations sont affectées par les mortalités hivernales (Goulletquer et al., 1986).

De telles mortalités anormales ont été observées au Japon par Mori (1985) sur Crassostrea gigas ainsi qu'aux Etats-Unis sur différentes espèces (Leibowitz, 1985).

L'étude entreprise ici a pour but de déterminer les conditions d'apparition des mortalités à partir d'une étude écophysiological d'une population de Ruditapes philippinarum élevée sur estran. Les caractéristiques communes aux populations touchées ont été mises en évidence par l'étude des compositions biochimiques sur différents sites du littoral. Par la suite, l'absence de mortalité de R. philippinarum en claires ostréicoles nous a amené à comparer ces populations à celles élevées sur estran pour différentes classes d'âge.

1. MATERIELS ET METHODES

D'avril 1984 à septembre 1985, un suivi mensuel est réalisé sur une population de palourdes Ruditapes philippinarum, élevées pendant 1 an en claires ostréicoles, et semées sur un substrat sablo-vaseux en bords de Seudre dans le bassin de Marennes-Oléron. Cinquante individus vivants, ainsi que la totalité des coquilles vides présentes, sont prélevés pour mensuration selon l'axe antéro-postérieur. La mortalité par prédation est séparée de la mortalité naturelle par observation des cassures caractéristiques, effectuées sur la coquille par Carcinus maenas (Parache, 1980). Les différentes classes de taille sont estimées à partir de la méthode du Simplex avec pour critère (Schnute et Fournier, 1980) :

$$A = 2 \sum_{i=1}^n F_{i_{obs}} \text{Log} (F_{i_{obs}}/F_{i_{theo}})$$

qui permet de définir les modes en les quantifiant. Une lyophilisation de la chair permet une estimation du poids sec. Nous utilisons les indices de condition P_{sec}/P_{coq} , $(P_{sec} - P_{cendres}) / P_{coq}$ selon Walne et Mann (1975) recommandés par Lucas et Beninger (1985) comme étant des indices physiologiques précis pour les adultes. L'évolution simultanée de la masse d'eau en surface et au fond a été analysée par des mesures de température (thermomètre au mercure au $1/10^{\circ}\text{C}$), de salinité selon la méthode de Knudsen et d'oxygène dissous selon Winckler, (Strickland et Parson, 1972) au memotitrator Mettler OL 40RC. La turbidité est estimée au turbidimètre Hach, et exprimée en unité N.T.U., ainsi que le pH au pHmètre Schott CG822. Ces mesures ont été effectuées en périodes de vives-eaux et de mortes-eaux. Un échantillonnage sur des palourdes a été réalisé sur les estrans de la Baie de Bourgneuf et de la Trinité sur Mer, où une mortalité de l'ordre de 25 % est observée pendant l'hiver 85-86. Parallèlement, les populations en marais ostréicoles de la Baie de Bourgneuf et de Marennes-Oléron ont été échantillonnées.

En période de mortalité, un échantillonnage de palourdes est réalisé sur des animaux localisés en surface et enfouis. L'analyse biochimique de la chair est réalisée pour les protéines selon la méthode de Lowry et al. (1951), pour les sucres totaux et le glycogène selon la méthode de Dubois et al. (1956). Les lipides, après extraction selon la technique de Bligh et Dyer (1959) sont dosés selon la méthode de Marsh et Weinstein (1966). Le pourcentage de cendres dans la chair sèche est estimé par perte au feu à 450°C pendant 24 heures.

II. RESULTATS

II.1. Etude écophysiological de la mortalité hivernale (1984-1985) dans le bassin de Marennes-Oléron

a) Evolution des paramètres physico-chimiques du milieu (fig. 1)

En période hivernale, on obtient une turbidité globalement plus élevée qu'en cours d'année (100 NTU) ; les températures les plus basses de l'année mais ne descendant pas en dessous de 6°C , sont associées à

une chute de pH importante (7,6). La saturation en oxygène n'est pas différentiable de la moyenne annuelle. Des variations de salinité importantes sont observées en période hivernale, avec en particulier les plus basses salinités enregistrées (24 ‰). Le réchauffement des eaux, associé à la remontée de pH entre mars et avril 1985 s'effectue lors des plus basses salinités de l'année (24 ‰).

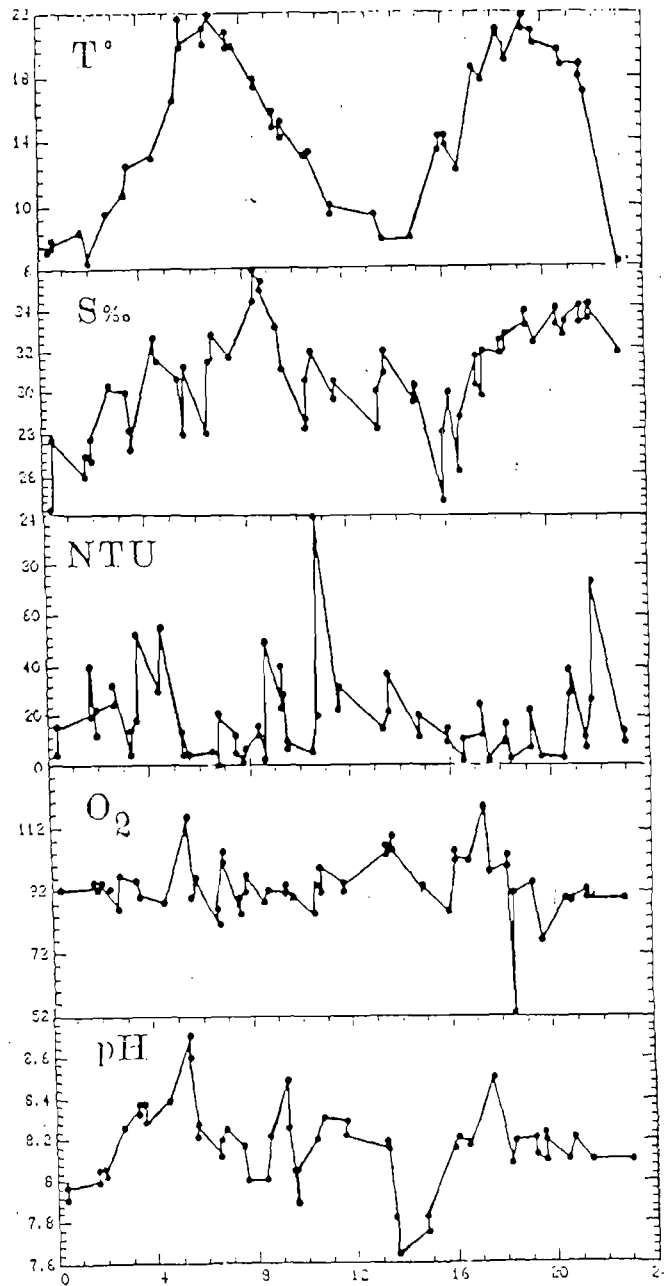


Figure 1 : Evolution bimensuelle des paramètres physico-chimiques de la colonne d'eau (surface et fond).

En effectuant des pondérations journalières (fig. 2), on constate que les écarts moyens entre surface-fond en particulier en salinité, montrent une variabilité importante pendant cette période hivernale.

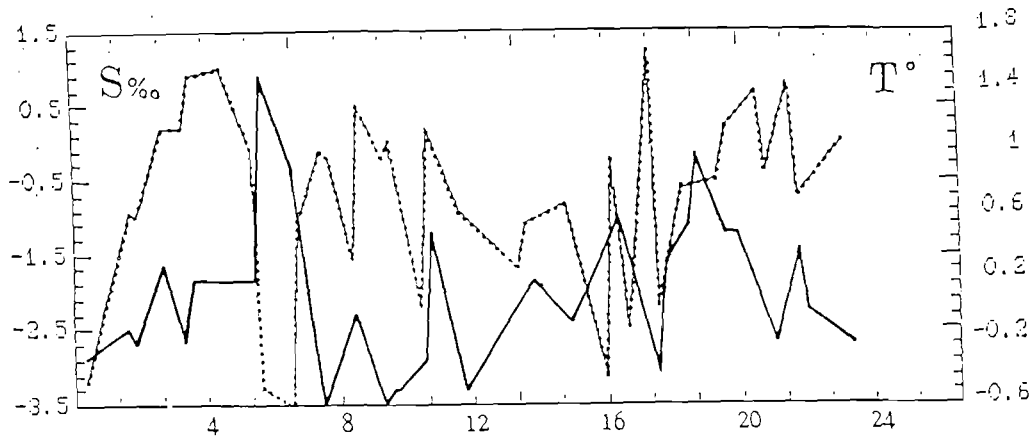


Figure 2 : Evolution des écarts moyens journaliers surface/fond (T° , $S \text{ ‰}$).

De même les rapports salinité/température (fig. 3), tant en surface qu'au fond, montrent pendant cette période les fluctuations les plus importantes de l'année.

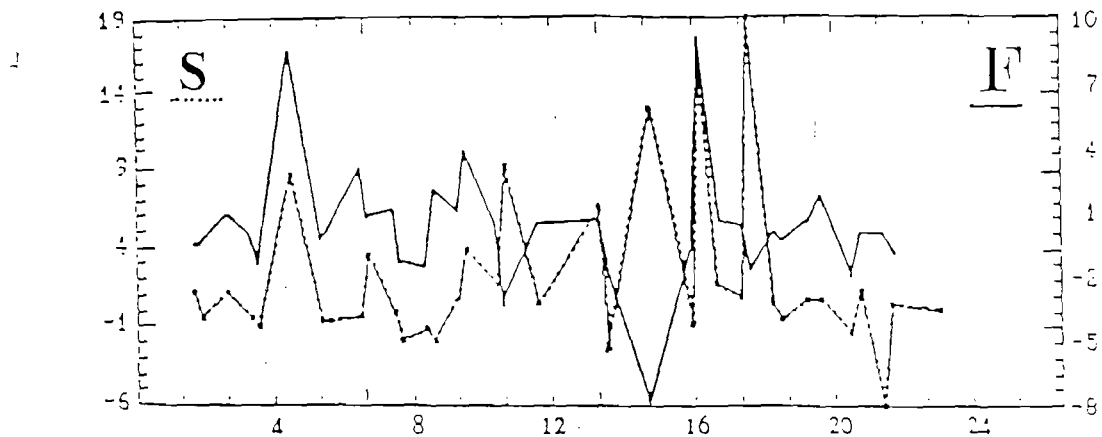


Figure 3 : Evolution des rapports $S \text{ ‰}/T^{\circ}$ en surface et fond en fonction du temps.

b) Evolution des paramètres biométriques (tableau 1)

Les résultats présentés dans le tableau 1, nous permettent de constater, après une phase de croissance des mois de mai à septembre, un

arrêt en période automnale qui se prolonge jusqu'aux mois de mai-juin 1985. La reprise de croissance s'effectue lors du passage du poids total de 14,75 g à 17,97 g et de l'indice de condition de 27,8 à 71,8.

Tableau 1 : Evolution mensuelle des paramètres biométriques et des indices de condition.

	Longueur		Poids total		Poids sec		IC ₁ = P. Sec/P. Coq		IC ₂ = P. Sec = P. Gen P. coq	
	mm	σ	g	σ	mg	σ	σ		σ	
1984										
03	28,4	0,04	5,15	0,01	123,40	6,24	46,4	1,3	40,8	1,2
04	28,1	0,05	5,26	0,02	134,94	7,71	44,5	1,2	39,4	1,2
05	28,6	0,06	5,85	0,02	188,88	11,38	61,5	2,1	54,9	2,0
06	30,6	0,05	7,22	0,03	323,87	11,91	76,6	1,5	69,3	1,5
07	31,8	0,05	8,02	0,03	402,02	23,35	92,0	2,9	83,8	2,5
08	34,9	0,07	11,11	0,06	487,66	12,09	79,2	1,6	71,1	1,5
09	36,0	0,08	12,52	0,09	432,25	21,35	62,3	2,4	54,9	2,0
10	37,6	0,12	13,60	0,11	400,41	14,13	51,3	1,2	45,2	1,1
11	36,7	0,10	13,58	0,11	341,61	15,38	43,7	1,6	38,8	1,4
12	37,5	0,11	13,96	0,12	328,35	11,82	39,9	0,7	35,2	0,7
1985										
01	37,0	0,04	13,50	0,04	283,81	17,39	39,8	1,7	34,5	1,5
02	37,3	0,09	13,96	0,08	251,63	17,23	32,8	1,9	28,8	1,7
03	38,0	0,10	14,51	0,08	256,28	5,50	31,2	0,7	27,3	0,7
04	37,8	0,11	14,27	0,10	258,57	14,12	31,3	1,3	27,1	1,1
05	38,0	0,09	14,75	0,10	257,60	23,96	32,3	2,7	27,8	2,4
06	39,9	0,14	17,97	0,14	743,52	43,01	53,5	3,6	71,5	3,2
08	41,0	0,17	19,97	0,28	980,60	49,32	55,0	3,7	76,3	3,3
09	41,0	0,39	20,95	0,77	591,81	34,22	49,9	1,5	43,9	1,3

Suite à la ponte ayant eu lieu entre septembre et octobre 1984, aucune reprise de poids sec en période automnale n'est observée. Un amaigrissement a débuté dès cette période et s'est prolongé jusqu'en mai 1985, occasionnant une chute de 35 % du poids sec. A l'issue de cet amaigrissement, les poids secs se situent à un niveau équivalent à ceux des mois de mai-juin 1984. Les indices de condition nous montrent un état physiologique particulièrement faible, avec des valeurs proches de 28, inférieures aux conditions initiales de début d'élevage (40).

c) Evolution des paramètres biochimiques (tableaux 2 et 3)

Au cours de la croissance printanière, une phase de stockage de glycogène (32,87 mg ; 9,35 %) est observée ; elle est suivie d'une augmentation de la quantité de lipides liée à l'avancement de la maturation sexuelle. Parallèlement, la teneur en sucres totaux décroît (2,4 %). Après la ponte, précisée par la chute de lipides (7,37 % à 6,27 %), on n'observe aucune accumulation de lipides et de sucres en période

automnale. Le glycogène présente une diminution très nette des teneurs jusqu'au mois de mars (0 %). Entre février 84 et avril 85, les glucides représentent toujours moins de 1 % du poids de corps sec, tandis qu'un début d'accumulation des sucres s'effectue au mois de mai.

Tableau 2 : Evolution des moyennes mensuelles biochimiques (valeurs absolues).

	Prot.		Lip.		S. Tx		Glyc.		Cend.	
	mg	σ	mg	σ	mg	σ	mg	σ	mg	σ
1984										
03	40,10	2,01	9,94	0,54	2,05	0,33	0,9	0,23	15,04	0,76
04	49,58	2,91	9,83	0,58	3,36	0,55	2,40	0,47	15,32	0,67
05	71,62	3,96	13,68	0,76	5,69	0,59	5,35	0,60	22,75	1,36
06	134,07	4,87	16,46	1,08	21,61	1,64	19,43	1,76	30,96	1,29
07	146,76	7,44	29,55	1,92	37,60	3,79	32,87	3,45	35,94	1,77
08	145,23	3,82	35,96	1,28	31,80	2,88	21,53	3,27	50,11	1,38
09	144,08	6,52	29,18	1,48	10,36	0,88	5,01	0,87	50,84	3,33
10	146,92	4,78	25,11	0,95	10,74	1,16	5,70	1,07	48,09	1,73
11	130,89	5,5	21,52	0,88	7,89	1,41	5,12	1,41	38,19	1,72
12	139,69	5,06	20,97	0,72	3,51	0,21	0,40	0,05	38,23	1,25
1985										
01	119,56	7,35	19,19	1,02	3,19	0,54	1,66	0,48	38,00	1,92
02	122,56	7,74	17,73	1,12	1,92	0,24	0,71	0,16	31,16	1,86
03	130,44	4,18	18,63	0,96	1,44	0,10	0	-	32,28	1,23
04	131,5	7,48	17,66	0,98	2,42	0,33	0,13	0,13	34,69	1,46
05	128,14	11,5	19,24	1,63	4,55	0,88	1,84	0,60	35,91	2,58
06	318,78	18,83	51,86	5,48	60,18	5,85	56,28	5,75	79,86	4,99
08	453,45	22,67	86,87	9,22	34,72	5,20	28,40	4,55	106,19	5,53
09	275,00	15,20	46,44	3,67	12,38	1,50	7,17	1,25	71,70	4,24

Tableau 3 : Evolution des moyennes mensuelles des paramètres biochimiques (valeurs relatives).

	Prot.		Lip.		S. Tx		Glyc.		Cen.	
	%	σ	%	σ	%	σ	%	σ	%	σ
1984										
03	32,51	0,42	8,06	0,11	1,66	0,22	0,73	0,16	12,19	0,19
04	36,74	0,34	7,29	0,06	2,49	0,28	1,78	0,28	11,36	0,34
05	34,01	0,47	6,50	0,10	2,70	0,17	2,54	0,18	10,81	0,20
06	41,40	0,34	5,08	0,24	6,67	0,42	6,00	0,47	9,56	0,26
07	36,51	0,51	7,35	0,28	9,35	0,51	8,18	0,47	8,94	0,15
08	29,78	0,36	7,37	0,19	6,52	0,52	4,42	0,63	10,28	0,15
09	33,33	0,32	6,75	0,09	2,40	0,18	1,16	0,20	11,76	0,30
10	36,69	0,23	6,27	0,08	2,68	0,25	1,42	0,25	12,01	0,14
11	38,31	0,29	6,50	0,05	2,31	0,34	1,50	0,37	11,18	0,17
12	42,54	0,15	6,39	0,04	1,07	0,04	0,12	0,01	11,64	0,15
1985										
01	42,13	0,28	6,76	0,09	1,12	0,14	0,59	0,15	13,39	0,36
02	48,71	0,56	7,05	0,08	0,76	0,05	0,28	0,05	12,38	0,25
03	50,90	0,47	7,29	0,22	0,56	0,03	0	-	12,59	0,29
04	50,86	0,47	6,83	0,08	0,93	0,09	0,05	0,05	13,42	0,31
05	49,20	0,22	7,31	0,08	1,75	0,21	0,71	0,18	13,78	0,43
06	42,87	0,43	6,95	0,48	8,09	0,63	7,57	0,63	10,74	0,31
08	46,24	0,48	8,86	0,72	3,54	0,47	2,90	0,42	10,83	0,29
09	46,47	0,38	7,85	0,42	2,09	0,19	1,21	0,18	12,11	0,18

d) Mortalité (fig. 4)

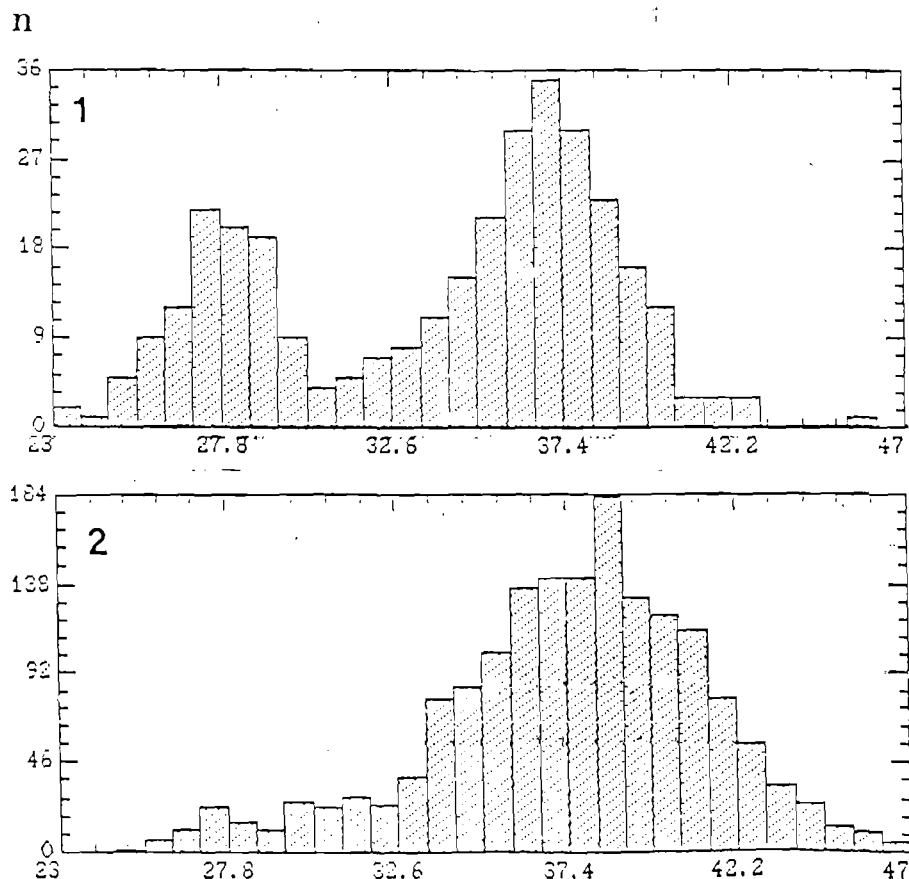
- Prédation par *Carcinus maenas*

La prédation s'est effectuée principalement lors de deux périodes bien distinctes correspondant d'une part à la remontée printanière des crabes sur l'estran et d'autre part, à la période d'affaiblissement physiologique. On peut séparer les classes de taille et définir les modes en les quantifiant : le premier mode correspond à la taille du semis (29 mm), et représente 31 % de la prédation. Pour le second, la taille de sortie d'hiver est de 37 mm, 69 % de la prédation se produisent alors simultanément à la mortalité naturelle.

- Mortalité naturelle

A partir de janvier 1985, une mortalité naturelle représentée par des remontées fréquentes de palourdes en surface a été remarquée, se terminant seulement à la reprise de croissance, fin mai 1985. L'histogramme nous permet de montrer l'importance de cette mortalité en période hivernale. Seule une faible mortalité, liée à la taille de semis de 28 mm (2 % de la population) ainsi qu'à la période de ponte pour une taille de 36 mm (6 %) se dégagent par ailleurs.

Figure 4 : Répartition des tailles de palourdes consommées par *Carcinus maenas* (1) et affectées par la mortalité naturelle (2).



On notera que la taille du mode de fréquence de mortalité sur les grandes tailles correspond à celui de la prédation. Il est donc vraisemblable que la mortalité naturelle est sous évaluée, car masquée par la prédation s'exerçant sur les palourdes affaiblies, remontées en surface. La prédation par Carcinus maenas sur des gammes de tailles supérieures à 30 mm est par ailleurs peu importante (Parache, 1980). En cumulant les deux types de mortalité on obtient un gradient croissant avec le temps, parallèle à l'augmentation de l'amaigrissement.

Mois	Décembre- Janvier	Janvier- Février	Février- Mars	Mars- Avril	Avril- Mai
% de la population	8	7	9	11	37

Dans le bassin de Marennes-Oléron, au cours de l'hiver 1984-1985, la mortalité observée est directement associée à la période déficitaire en glycogène, et semble être la résultante d'une absence d'engraissement en période automnale.

11.2. Aspects biochimiques des mortalités hivernales sur les estrans de la baie de Bourgneuf et de la Trinité-sur-mer

a) Estran de la baie de Bourgneuf (tableau 4)

Pour les palourdes âgées de 1 an, les animaux localisés en surface sont les plus petits ($P = 0,05$). L'amaigrissement est de l'ordre de 28 % entre les deux groupes, ce que confirment les indices de condition. Les valeurs absolues de chaque paramètre biochimique présentent des variances hétérogènes entre les 2 échantillons, distinguant ainsi les deux échantillons. Les valeurs relatives ne montrent pas de différence significative pour les protéines ($r = 0,98$) mais significative pour les lipides ($r = 4,12$) et sucres ($r = 4,76$). La comparaison du glycogène montre des variances et des moyennes significativement différentes.

Il apparaît donc que la mortalité s'est orientée sur des individus plus petits dans la population et présentant peu de réserves énergétiques (glycogène). Les animaux remontés en surface présentent moins de 0,1 % de

glycogène dans la chair, par opposition aux palourdes enfouies disposant de 0,43 % de glycogène.

Tableau 4 : Comparaison des paramètres biométriques et biochimiques de la population de Bourgneuf.

		Long. mm	IC ₁	P. sec	Prot.	Lip.	S.T.	Glyco.
Surface	Valeurs absolues (mg) ♂	26,57 (0,07)	40,59 (0,05)	103,36 (5,07)	38,13 (2,34)	5,67 (0,35)	0,66 (0,08)	0,09 (0,03)
	Valeurs relatives (%) ♂				36,89 (1,14)	5,49 (0,13)	0,63 (0,06)	0,09 (0,02)
Enfouies	Valeurs absolues (mg) ♂	27,58 (0,08)	52,51 (0,09)	142,72 (9,92)	50,56 (4,58)	8,75 (0,65)	1,75 (0,22)	0,62 (0,12)
	Valeurs relatives (%) ♂				35,42 (0,95)	6,13 (0,09)	1,22 (0,08)	0,43 (0,07)

b) Estran de La Trinité sur Mer (tableau 5)

Les résultats présentés dans le tableau 5, montrent pour des longueurs non significativement différentes, des écarts de poids secs de 21 %. Toutes les valeurs absolues des paramètres biochimiques diffèrent au seuil de 5 %, entre les deux lots. Seules les valeurs relatives en protéines présentent des variances non homogènes distinguant les deux lots.

Bien que l'utilisation du glycogène ne soit pas complète, 4,39 % restant, la mortalité apparaît être à nouveau associée à un fort amaigrissement hivernal chez ces animaux âgés de 2 ans.

Tableau 5 : Comparaison des paramètres biométriques et biochimiques de la population de la Trinité-sur-Mer.

		Long. mm	IC ₁	P. Sec mg	Prot.	Lip.	S.T.	Glyco.
Surface	Valeurs absolues (mg) ♂	43,26 (0,12)	73,68 (0,04)	687,75 (30,23)	241,13 (7,09)	38,84 (1,95)	36,11 (8,44)	30,19 (7,69)
	Valeurs relatives (%) ♂				35,06 (0,81)	5,65 (0,19)	5,25 (1,08)	4,39 (0,99)
Enfouies	Valeurs absolues (mg) ♂	43,30 (0,15)	88,98 (0,02)	870,24 (43,45)	291,13 (13,99)	52,41 (3,34)	63,27 (8,63)	51,98 (7,30)
	Valeurs relatives (%) ♂				33,45 (0,34)	6,02 (0,15)	7,27 (0,77)	5,97 (0,60)

11.3. Elevage de palourdes en marais

Dans le cadre des élevages de palourdes en marais, les amaigrissements sont peu marqués et d'une durée limitée (décembre-février), aucune mortalité hivernale importante n'est observée, le niveau trophique restant élevé pendant la période hivernale. Toutefois, le transfert d'animaux âgés de 1 an des claires ostréicoles à l'estran, peut occasionner une mortalité anormale de l'ordre de 30 % pendant la période hivernale d'amaigrissement.

a) Etat biochimique des animaux de 1 an (tableau 6)

La composition biochimique est comparable à celle observée sur le secteur de Bouin, pour les animaux enfouis, avec des teneurs plus importantes en sucres (1,66 % / 1,22 %), en particulier en glycogène, (0,87 % / 0,43 %). Aucune mortalité n'a été observée en claires ostréicoles, sur cette population, alors qu'une baisse de 30 % des effectifs a été constatée après un semis en mars 1986 sur l'estran.

Tableau 6 : Paramètres biométriques et biochimiques des palourdes de 1 an

03.86	Long. (mm)	IC ₁	P. sec	Prot.	Lip.	S.T.	Glyc.
Valeurs absolues (mg) σ	28,32 (0,04)	22,2 (0,03)	143,85 (4,72)	66,09 (2,17)	8,45 (0,23)	2,74 (0,23)	1,56 (0,15)
Valeurs relatives (%) σ				45,94 (0,01)	5,97 (0,04)	1,66 (0,01)	0,87 (0,001)

b) Etat biochimique des animaux de 2 ans (tableau 7)

La composition biochimique présentée dans le tableau 7, concerne un élevage localisé en claires ostréicoles en bord de Seudre, et effectuée pendant la mortalité hivernale sur estran en 1985 pré-citée.

On constate un état physiologique très différent de la population sur estran avec en particulier un indice de condition supérieur (53,2 pour 31,3) et un état des réserves glucidiques également très supérieur (3,92 % pour 0,05 %) dû essentiellement à une reprise de croissance plus précoce dans ce milieu. Aucune mortalité anormale ne fut observée sur cette population durant l'hiver.

Tableau 7 : Paramètres biométriques et biochimiques des palourdes de 2 ans.

04.85	Long. (mm)	IC ₁	P. Sec	Prot.	Lip.	S.T.	Glyc.
Valeurs absolues (mg) g	36,56 (0,07)	53,22 (0,05)	404,12 (5,96)	182,95 (2,60)	30,18 (0,41)	23,96 (0,69)	17,21 (0,60)
Valeurs relatives (%) g				45,43 (0,13)	7,51 (0,38)	5,56 (0,10)	3,92 (0,11)

III. DISCUSSION

Les paramètres hydrologiques mesurés sur le premier site d'élevage montrent une évolution comparable aux résultats du Réseau National d'Observation entre 1977 et 1981, avec un minimum de salinité 24 ‰ proche de celui de l'année 1977 (Héral et al., 1984). Les températures et les salinités restent compatibles à la "zone fonctionnelle" déterminée génétiquement, définie par Bernard (1983) pour Ruditapes philippinarum. Cette espèce est considérée comme tolérante vis à vis des basses températures et faibles salinités (Cahn, 1951 ; Fang, 1980 ; Bernard, 1983). Toutefois, l'acclimatation aux variations brusques de température et de salinité est plus difficile, voir absente, lorsque les animaux se situent dans les limites de la zone fonctionnelle. Ces variations peuvent entraîner un arrêt d'activité et une fermeture des valves (Bernard, 1983). Par ailleurs, la mortalité est associée à la période d'amaigrissement hivernal et cesse au moment de la reprise de croissance. Cet amaigrissement semble être dû aux conditions trophiques défavorables, déjà signalé sur Crassostrea gigas à Marennes-Oléron (Héral et al., 1983), en Rade de Brest sur Chlamys varia par Shafee et Lucas (1982) et sur Ruditapes philippinarum par Beninger et Lucas (1984).

Cette dernière espèce présente quelques caractéristiques physiologiques qui peuvent expliquer l'amaigrissement hivernal : un métabolisme de routine élevé, deux fois plus que la palourde européenne R. decussatus (Bodoy et al., 1986) et un taux de filtration présentant peu de fluctuations au cours de l'année (Deslous-Paoli et al., 1987). La période de reproduction est assez tardive sous nos latitudes ; elle a lieu en automne (Gouilletquer et al., 1986 ; Beninger et Lucas, 1984) en Europe et au Japon (Cahn, 1951).

Cette reproduction tardive ne permet pas une reconstitution importante des réserves énergétiques au début de l'hiver comme chez Donax vittatus (Ansell, 1972) ou chez Crassostrea gigas (Deslous-Paoli (1982)). Or, chez les mollusques, la phase hivernale d'amaigrissement est associée à une utilisation intensive des glucides, dont le glycogène considéré comme la principale substance de réserve énergétique (Giese, 1969 ; Gabbott, 1975). Cet amaigrissement hivernal peut induire une sensibilisation aux variations des facteurs externes, comme la température (Hummel, 1986) ou des perturbations physiologiques en cas de disparition des glucides (Jamieson et Rome, 1979). Simultanément, il a été observé une dégradation importante de l'épithélium digestif par autophagie (Comps, com. pers.). L'indice biochimique glycogène/P sec apparait donc comme un bon indicateur de l'état physiologique des animaux comme le soulignent Lucas et Beninger (1985). L'échantillonnage réalisé sur les populations d'estran de la Trinité sur Mer et Bourgneuf montre également une mortalité affectant les animaux amaigris et disposant de peu de glycogène. Par contre aucune mortalité hivernale n'est observée au niveau des populations élevées en claires ostréicoles. Il existe dans ce milieu une période d'amaigrissement assez brève (Goulletquer et al., 1986), induisant également une utilisation du glycogène. Les animaux de 2 ans montrent un état d'engraissement supérieur aux palourdes élevées sur estran (404 mg/259 mg). Ainsi il semble intéressant de souligner le rôle du glycogène dans l'apparition des mortalités. Ces résultats correspondent avec les observations de Hummel (1986), sur l'évolution du taux de mortalité en fonction de la température et du taux de glycogène sur la faune benthique.

En période hivernale et post-hivernale, les conditions d'anaérobiose, occasionnées par l'émersion pendant le rythme des marées, aboutissent à de graves perturbations physiologiques sur des animaux affaiblis, disposant de peu de réserves en sucres servant à la maintenance des fonctions physiologiques). Pendant l'hiver et le jeûne, la capacité d'utilisation du glucose externe chute selon Zaba et al. (1981), compensée par une utilisation du glycogène dont la synthèse est inhibée pendant l'anoxie selon Fando et al. (1972). Il constitue la principale source énergétique dès le début de l'anaérobiose (Ebberink et Zwaan, 1980 ; Zwaan et Wijsman, 1976 ; Gäde, 1983). Dans les claires ostréicoles, en l'absence de période d'émersion, le métabolisme anaérobique n'est pas

sollicité tandis que les variations des facteurs externes, température, salinité, sont tamponnés par la masse d'eau. On a ainsi constaté une absence de mortalité des palourdes en claires ostréicoles, par opposition à la mortalité de 30 % enregistrée sur la même population transférée sur estran en période défavorable. Il est également probable que les conditions trophiques dans ce milieu soient moins défavorables qu'en mer ouverte, à cette période de l'année.

Au cours du printemps, la glycogénèse et la gamétogénèse sont considérées comme contrôlées par les mêmes régulateurs selon Gabbott (1975). Une réorientation du métabolisme des sucres vers une phase de stockage comme le signalent aux USA Perdue et al. (1970) (in Maurer, 1986) peut intervenir directement sur la mortalité de Crassostrea gigas. On a observé chez la palourde que l'augmentation de la teneur en glycogène de la première population étudiée intervient en mai 1985 (0,05 %/0,71 %) simultanément à l'apparition des premiers gamètes, alors que le poids sec moyen est faible (260 mg). Ces perturbations internes sont aggravées par les variations brusques des facteurs externes comme la température, qui agit elle-même sur le métabolisme (variation du rythme cardiaque) (Fang, 1980) et donc les besoins en sucres (Jamieson et Rome, 1979).

IV CONCLUSION

Les mortalités, affectant les populations de palourdes Ruditapes philippinarum, sont consécutives à une période d'amaigrissement hivernal, due principalement aux conditions trophiques défavorables dans les milieux. L'état physiologique des animaux les sensibilise aux fluctuations des facteurs externes de tout ordre (température, salinité, pH, émergence), importantes en hiver sur estran. Pendant cette période, la consommation d'énergie par la respiration anaérobie, le métabolisme ou la reprise de gamétogénèse, aboutit à des perturbations physiologiques provoquant les mortalités.

REMERCIEMENTS

Cette étude a pu être réalisée grâce à la collaboration des stations IFREMER de La Trinité-sur-Mer et de Bouin. L'auteur remercie Alain BODOY pour son aide à la rédaction du manuscrit et Mlle Sylvie TAILLADE pour la dactylographie.

BIBLIOGRAPHIE

- Ansell A.D., 1972. Distribution, growth and seasonal changes in biochemical composition for the bivalve Donax vittatus (da Costa) from Kames Bay, Millport. J. Exp. Mar. Biol. Ecol., 1972, vol. 10 : 137-150.
- Beninger P. and Lucas A., 1984. Seasonal variations in condition, reproductive activity and gross biochemical composition of two species of adult clam reared in a common habitat : Tapes decussatus L. (Jeffreys) and Tapes philippinarum (Adams & Reeve).
- Bernard F.R., 1983. Physiology and the mariculture of some northeastern Pacific bivalves molluscs. Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci., 63 : 24 p.
- Bligh J.G. and Dyer W.F., 1959. A rapid method of total lipid extraction and purification. Can J. Biochem. Physiol., 37 : 911-917.
- Bodoy A., Riva A. et Maitre Allain Th., 1986. Comparaison de la respiration chez Ruditapes decussatus (L.) et Ruditapes philippinarum (Adams & Reeve) en fonction de la température. Vie et Milieu, 1986, 36 (3) : 83-89.
- Cahn A.R., 1951. Clam culture in Japan. Fishery Leaflet. Fish. Wilds. Serv. U.S. FL., 399 : 103 pp.
- Deslous-Paoli J.M., 1982. Croissance et qualité de l'huître Crassostrea gigas Thunberg en élevage dans le bassin de Marennes-oléron. Téthys, 10 (4) : 365-371.
- Deslous-Paoli J.M., Héral M., Gouletquer P., Boromthananat W., Razet D., Garnier J., Prou J., Barillet L., 1987. Evolution saisonnière de la filtration de bivalves intertidaux dans des conditions naturelles. Journées du GABIM, L'Houmeau, Nov. 86. Océanis, vol. 13, fasc. 4-5 : 575-579.
- Dubois M., Gilles K.A., Hamilton J.K., Rebecs P.A. and Smith F., 1956. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. Anal. Chem., 28 (3) : 350-356.
- Ebberink R.H.M. and Zwaan A.D., 1980. Control of glycolysis in the posterior adductor muscle of the sea mussel Mytilus edulis. J. Comp. Physiol., 137 : 165-171.
- Fando J.J.L., Garcia-Fernandez M.C. and Candela J.L.R., 1972. Glycogen metabolism in Ostrea edulis (L.) factors affecting glycogen synthesis. Comp. Biochem. Physiol., vol. 43 B : 807-814.
- Fang Y., 1982. Tidal zonation and cardiac physiology in four species of bivalves from Hong Kong. In Proceedings of the First International Marine Biological Workshop : The Marine Flora and Fauna of Hong Kong and Southern China Hong Kong 1980 (eds. N.S. Morton, C.K. Tseng) pp 849-858. Hong Kong University Press Hong Kong.

- Gabbott P.A., 1975. Storage cycles in Marine Bivalves mollusc : a hypothesis concerning the relationship between glycogen metabolism and gametogenesis. In Proc. 9th Eur. Mar. Bio. Symp., Obon Scotland, ed. Bamer, Aberdeen, Univ. Press : 191-211.
- Gäde G., 1983. Energy metabolism of Arthropods and Mollusks during Environmental and functional Anaerobiosis. The Journal of Experimental Zoology, 228 : 415-429.
- Giese A.C., 1969. A new approach to the biochemical composition of the mollusc body. Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev., 7 : 175-229.
- Gouilletquer P., Nedhif M., Héral M., 1986. Perspectives de développement de l'élevage de la palourde japonaise Ruditapes philippinarum dans le bassin ostréicole de Marennes-Oléron, Note CIEM CM 1986/F : 42 Comité de la Mariculture : 14 p.
- Héral M., Deslous-Paoli J.M., Sornin J.M., 1983. Transferts énergétiques entre la nourriture potentielle disponible dans l'eau d'un bassin ostréicole et l'huître adulte Crassostrea gigas. Océanis, Vol. 9, Fasc. 3 : 169-194.
- Héral M., Razet D., Deslous-Paoli J.M., Manaud F., Truquet I., Garnier J., 1984. Hydrobiologie du bassin de Marennes-Oléron. Résultats du Réseau National d'Observation : 1977 à 1981. Ann. Soc. Sci. Nat. Charente-Maritime, 7 (2) : 259-277.
- Hummel H., Meijboom A. and De Wolf L., 1986. The effects of extended periods of drainage and submersion on condition and mortality of benthic animal. J. Exp. Mar. Biol. Ecol., vol. 103 : 251-266.
- Jamieson D.D. and Rome P., 1979. Energy metabolism of the heart of the of the mollusc Tapes watlingi. Comp. Biochem. Physiol., Vol. 63 B : 399-405.
- Leibovitz L., 1987. Abnormal mortalities apparently unrelated to known shellfish pathogenic agents. Shellfish Culture Development and Management. International Seminar in La Rochelle (France) 4-9 mars 1985, Edit. IFREMER, pp. 11-125.
- Lowry O.H., Rosebrough N.I., Farrand A.L. and Randall R.J., 1951. Protein measurement with the folin phenol reagent. J. Biol. Chem., 193 : 263-275.
- Lucas A. and Beninger P., 1985. The use of physiological condition indices in Marine Bivalve Aquaculture, Aquaculture, 44 : 187-200.
- Marsh J.B. and Weinstein D.B., 1966. Simple charring method for determination of lipid. J. Lipid. Res., 7 : 574-576.
- Maurer D., Comps M. et His E., 1986. Caractéristiques des mortalités estivales de l'huître Crassostrea gigas dans le bassin d'Arcachon. Haliotis, 15 : 309-317.
- Mori K., 1987. Oyster self resistance mechanisms to diseases. Shellfish Culture Development and Management. International Seminar in La Rochelle (France) 4-9 mars 1985, ed. IFREMER, pp. 127-159.

- Parache A., 1980. Les relations "Proie-Prédateur" entre le crabe vert Carcinus maenas et la palourde Ruditapes philippinarum. Bull. mens. Off. Natn. Chasse. n° spécial, Scient. et Tech. : 299-309.
- Perdue J.A., Beattie J.H. and Chew K.K., 1981. Some relationship between gametogenetic cycle and summer mortality phenonema in the pacific oyster (Crassostrea gigas) in Washington State. J. Shellfish Res., 1(1) : 9-16.
- Shafee M.S., Lucas A., 1982. Variations saisonnières du bilan énergétique chez les individus d'une population de Chlamys varia (L.) (Bivalvia, Pectinidae). Oceanologica Acta, 5 (3) : 331-337.
- Schnute J. and Fournier D., 1980. A new approach to length frequency Analysis growth structure. Journal Cand. Sci. Halieut. et Aquat., n° 9 : 37 p.
- Strickland J.D.H. and Parsons T.R., 1972. A practical handbook of sea water analysis. Bull. Fish. Res. Bd. Canada, 167 (2) : 310 p.
- Walne P.R. and Mann R., 1975. Growth and Biochemical composition in Ostrea edulis and Crassostrea gigas, In : H. Barnes (Editor), Proc. 9th Eur. Mar. Biol. Symp. Oban. Aberdeen University Press, Aberdeen : 587-607.
- Zaba B.N., Gabbott P.A. and Davies J.I., 1981. Seasonal changes in the utilization of ¹⁴C and ³H-labelled glucose in a mantle tissue slice preparation of Mytilus edulis L. Comp. Biochem. Physiol., Vol. 70B : 689-695.
- Zwaan A. de and Wijsman T.C.M., 1976. Anaerobic metabolism in bivalvia (Mollusca). Characteristics of anaerobic metabolism. Comp. Biochem. Physiol. 54 B : 313-324.

Communication affichée
Poster

EVOLUTION SAISONNIERE DE LA FILTRATION DE BIVALVES INTERTIDIAUX DANS DES CONDITIONS NATURELLES

Jean-Marc Deslous-Paoli*, Maurice Héral*, Philippe Gouletquer*,
Wilaiwan Boromthanarat**, Daniel Razet*, Jacqueline Garnier*
Jean Prou* et Laurent Barillet*

*L.E.C. - IFREMER, B.P. 133, 17390 La Tremblade

** Prince of Songkla University, Fac. Nat. Res.
Hat-Yat, 90110 Songkla (Thaïlande)

Mots-clés : taux de filtration, bivalves, nourritures naturelles

Key words : filtration rates, bivalves, natural food

Résumé

L'étude des écosystèmes cultivés nécessite de connaître, en même temps que l'évaluation de la capacité trophique et l'estimation des stocks de mollusques, l'évolution saisonnière de la consommation de nourriture par les mollusques dans des conditions naturelles. Pour *Crassostrea gigas*, *Mytilus edulis*, *Cerastoderma edule* et *Ruditapes philippinarum*, la quantité et la qualité de la nourriture n'ont pas d'effet sur le taux de filtration, exception faite des fortes charges en seston minéral. D'une part, un accroissement des taux de filtration est constaté pour *Mytilus edulis* et *Cerastoderma edule* à la fin de l'hiver et au début du printemps. D'autre part, on n'enregistre que de faibles ou pas de variations saisonnières pour *Crassostrea gigas* et *Ruditapes philippinarum*, respectivement. Ces évolutions ne semblent pas être en relation avec celles des conditions du milieu (température, chlorophylle et phéopigment, seston minéral), mais avec le cycle de reproduction des mollusques. Ainsi, la consommation d'énergie résultant de la filtration est due à la fois à la quantité de nourriture disponible et aux besoins des mollusques.

Summary

Seasonal evolution of the filtration of intertidal molluscs in natural conditions

The study of cultivated ecosystems, once the trophic capacity has been determined and the molluscan stocks estimated, requires a knowledge of the evolution of the seasonal consumption of food by molluscs in natural conditions. For *Crassostrea gigas*, *Mytilus edulis*, *Cerastoderma edule*, *Ruditapes philippinarum*, the amount and quality of food have no effect on the filtration rate, except for the high load of mineral seston. First an increase of the filtration rate was shown for *Mytilus edulis* and *Cerastoderma edule* at the end of winter and beginning of spring. Moreover *Crassostrea gigas* and *Ruditapes philippinarum* have shown no increase or only a small summer one. This evolution did not seem to be linked with the environmental conditions (temperature, chlorophyll and pheophytin, mineral seston), but seemed related to the reproductive cycle of molluscs. The intake of energy resulting from filtration is due both to the amount of potential food and to the needs of molluscs.

Introduction

L'étude des écosystèmes conchylicoles nécessite de connaître, pour estimer les flux d'énergie, d'une part la capacité trophique du milieu et les stocks de mollusques cultivés et sauvages compétiteurs au niveau trophique, d'autre part, la consommation de nourriture par les

différentes espèces dans les conditions naturelles auxquelles elles sont adaptées.

Matériels et méthodes

Des mesures de disparition de la chlorophylle et des phéopigments de l'eau (méthode fluorimétrique d'après Yentsch et Menzel (1963) sont faites dans une expérience en flux continu décrite par Anonyme (1987) sous des conditions d'alimentation naturelle (fig. 1). Deux niveaux de nourriture issue du milieu naturel sont testés, l'une dite estuarienne (■) dont la charge en seston est forte et l'autre après une décantation d'une semaine (x) dont la charge en seston est plus faible. Les résultats sont la moyenne et l'écart-type sur cinq mesures.

Résultats

La charge en seston minéral varie pour l'eau dite estuarienne entre $2,71 \pm 0,51$ et $9,95 \pm 1,42 \text{ mg.l}^{-1}$ tout au long de l'année sauf aux mois d'octobre 1984 et janvier 1985 où elle est respectivement de $28,85 \pm 3,87$ et $22,55 \pm 1,57 \text{ mg.l}^{-1}$, sans doute à cause des tempêtes (fig. 1). La décantation pendant 7 jours ramène ces valeurs entre $0,44 \pm 0,99$ et $1,79 \pm 0,38 \text{ mg.l}^{-1}$ toute l'année sauf au mois d'octobre 1984 ($3,14 \pm 0,87 \text{ mg.l}^{-1}$). L'évolution de l'ensemble des pigments (chlorophylles + phéopigments) met en évidence le bloom phytoplanctonique du mois de juin (fig. 1) et une augmentation durant les mois de novembre et décembre. La décantation de 7 jours entraîne un lissage des fluctuations, particulièrement au printemps.

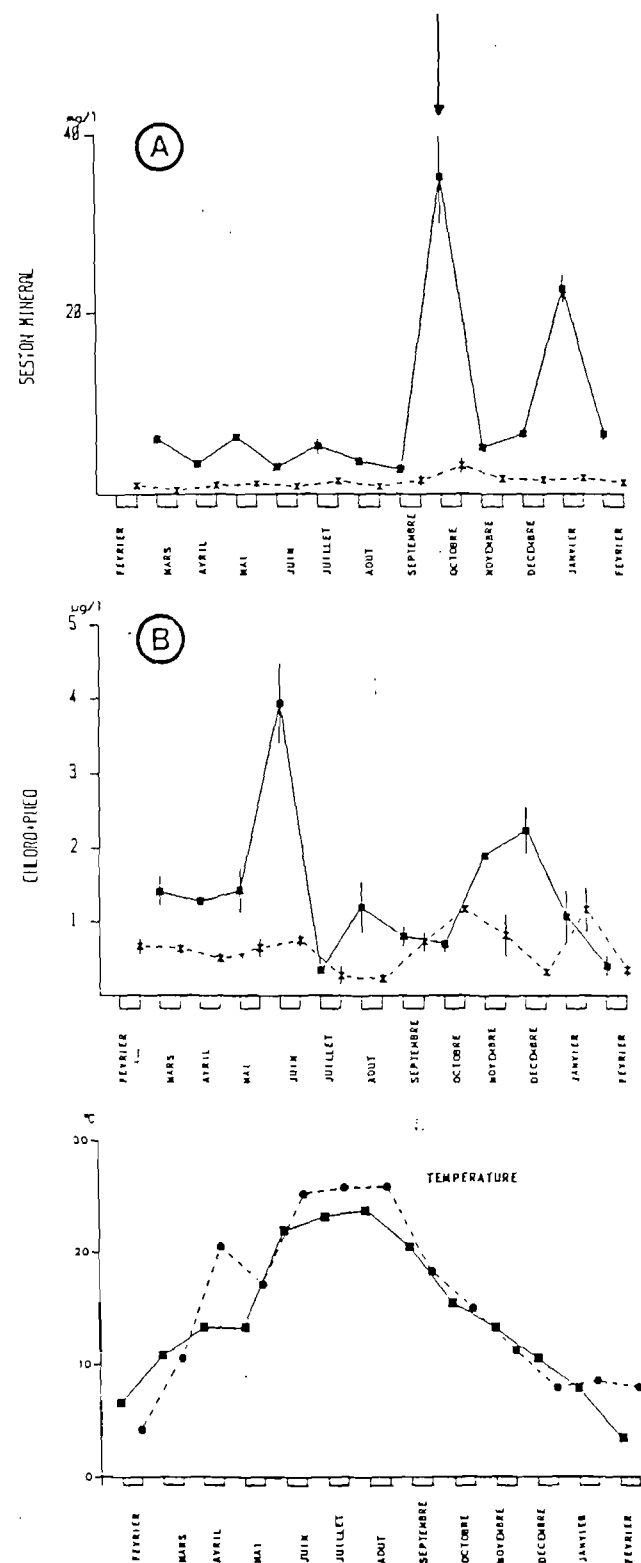


Fig. 1 - Evolution saisonnière de la charge sestonique minérale (A), de la teneur en chlorophylle + phéopigments (B) et de la température des eaux estuariennes (■) et décantées (x).

- Seasonal evolution of the sestonic mineral charge (A), the chlorophyll content + pheopigments (B) and the temperature of the estuarine (■) and decanted (x) waters.

Il ne semble pas exister de différences dans les niveaux de l'évolution de la filtration de ces quatre bivalves en regard des deux régimes alimentaires. Par contre, deux types de comportement alimentaire saisonnier appa-

raissent. Le premier concernant *M. edulis* et *C. edule* montre une activation de la filtration à la fin de l'hiver et au début du printemps. Le deuxième concerne *C. gigas* et *R. philippinarum* et montre une légère ou pas d'augmentation estivale (fig. 2). Lorsque l'on se situe en dehors de la période de fin de gamétogénèses et de pontes (voir légende fig. 2) particulièrement pour *M. edulis* et *C. edule*, le taux de filtration moyen de ces quatre mollusques n'est pas différent :

$3,44 \pm 1,52$ l/h/gcs pour *Mytilus edulis* entre les mois de juin et février et $13,33 \pm 5,30$ l/h/gcs entre février 84 et mai 84.

$3,50 \pm 1,05$ l/h/gcs pour *Cerastoderma edule* entre les mois de juillet et février et $8,70 \pm 1,93$ l/h/gcs entre mars et juin.

$4,03 \pm 2,19$ l/h/gcs pour *Crassostrea gigas* entre octobre et mai et $5,53 \pm 0,35$ l/h/gcs entre juin et septembre.

$3,19 \pm 1,00$ l/h/gcs pour *Ruditapes philippinarum* toute l'année.

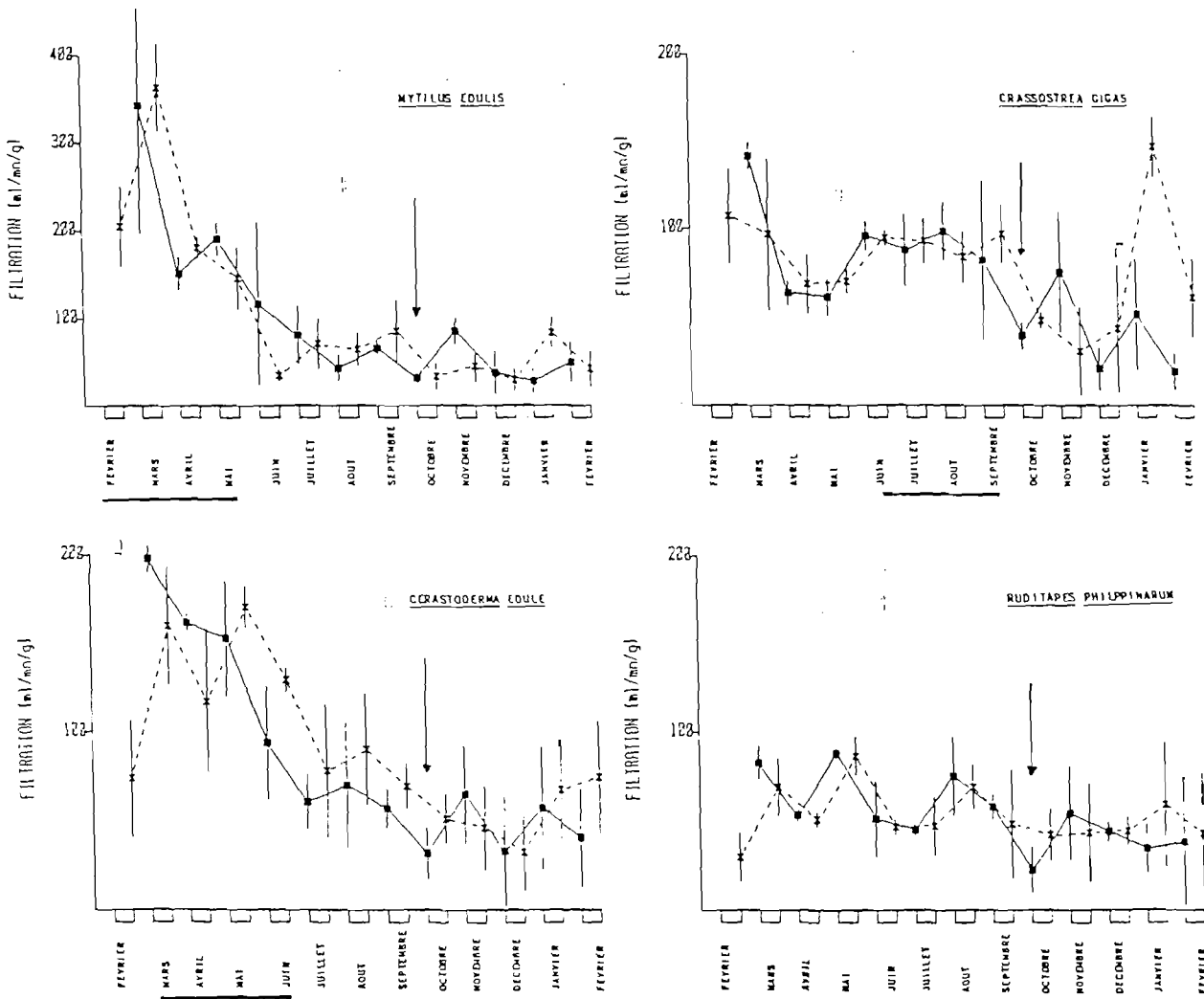


Fig. 2 - Evolution des taux de filtration (ml/mn/g de chair sèche) pour *Mytilus edulis*, *Crassostrea gigas*, *Cerastoderma edule* et *Ruditapes philippinarum* sous des conditions alimentaires estuarienne (■) et d'eau décantée (x), (↓) : effet de fortes charges sestoniques minérales, (—) : fin de gamétogénèse et pontes.

- Evolution of filtration rates (ml/mn/g dry weight) for *Mytilus edulis*, *Crassostrea gigas*, *Cerastoderma edule* and *Ruditapes philippinarum* in estuarine (■) and decanted (x) feeding conditions. (↓) : effect of high sestonic mineral charges, (—) : end of gametogenesis and laying.

Quels que soient les mollusques *Crassostrea gigas*, *Mytilus edulis*, *Cerastoderma edule*, *Ruditapes philippinarum*, le niveau et la composition de la nourriture ne semblent pas influencer sur les volumes d'eau filtrée, excepté dans le cas de fortes charges sestoniques minérales (Kiorboe et al., 1980 ; Higgins, 1980 ; Deslous-Paoli et al., 1986) induites par les tempêtes. Les évolutions saisonnières de la filtration ne semblent pas liées aux fluctuations des conditions de milieu, rencontrées dans le bassin de Marennes-Oléron, mais correspondent aux cycles de maturation des gonades des différents bivalves. En effet, la période de ponte et de reconstitution des gamètes de *Mytilus edulis* s'étend entre les mois de février et mai (Boromthanarat et al., 1986); la maturité des gamètes et les pontes se produisent du mois de mars au mois de juin pour *Cerastoderma edule* (Sauriau, comm.pers.) et du mois de juin au mois d'août ou début septembre pour *Crassostrea gigas* (Deslous-Paoli et al., 1981), or c'est pendant ces périodes que l'on enregistre les plus fortes filtrations.

Ainsi, dans le bassin de Marennes-Oléron, où la quantité d'énergie dans le seston est faible du fait des fortes turbidités (Héral et al., 1982), les besoins endogènes des bivalves pourraient être satisfaits saisonnièrement par une augmentation de l'effort de filtration, particulièrement pour les animaux bien adaptés à leurs écosystèmes. En effet, *Mytilus edulis* et *Cerastoderma edule* sont des espèces natives des côtes atlantiques françaises, alors que *Crassostrea gigas* et, plus récemment, *Ruditapes philippinarum* ont été introduites pour les élevages.

Cependant, dans des bassins semi-fermés (claires) où la nourriture est abondante et riche ($9,6 \pm 2,1$ μg de chlorophylle par litre), *Crassostrea gigas* ne présente pas d'augmentation estivale de sa filtration (Sornin et al., 1986). Il semblerait donc que l'animal tend, dans la limite de ses moyens (battements ciliaires), à collecter l'énergie suffisante pour assurer la couverture de ses besoins endogènes, principalement pour la reproduction, l'effort de filtration étant faible lorsque l'énergie disponible dans le seston est importante, et fort lorsque cette énergie est diluée par du minéral ou en faible quantité.

Références bibliographiques

- ANONYME, 1987. - Bilans énergétiques chez les mollusques bivalves ; terminologie et méthodologie.-*Vie Marine* : sous presse.
- BOROMTHANARAT (S.), DESLOUS-PAOLI (J.M.), HERAL (M.), 1986. Reproduction et recrutement de *Mytilus edulis* L. cultivée sur les bouchots du bassin de Marennes-Oléron.-*Haliotis*, 16 : sous presse.
- DESLOUS-PAOLI (J.M.) et HERAL (M.), 1984. - Transferts énergétiques entre l'huître *Crassostrea gigas* de 1 an et la nourriture potentielle disponible dans l'eau d'un bassin ostréicole.-*Haliotis*, 14 : 79-90.
- DESLOUS-PAOLI (J.M.), HERAL (M.), BERTHOME (J.P.), RAZET (D.) et GARNIER (J.), 1981 (1982). - Reproduction naturelle de *Crassostrea gigas* Thunberg dans le bassin de Marennes-Oléron en 1979 et 1981 : Aspects biochimiques et énergétiques.-*Rev. Trav. Inst. Pêches marit.*, 45 (4) : 319-327.

- DESLOUS-PAOLI (J.M.), SORNIN (J.M.) et HERAL (M.), 1986. - Biodéposition et digestibilité des aliments *in situ* pour trois mollusques estuariens (*Mytilus edulis*, *Crassostrea gigas*, *Crepidula fornicata*). - *Haliotis* 16 : sous presse.
- HERAL (M.), DESLOUS-PAOLI (J.M.) et SORNIN (J.M.), 1983. - Transferts énergétiques entre l'huître *Crassostrea gigas* et la nourriture potentielle disponible dans un bassin ostréicole : premières approches. - *Océanis*, 9 (3) : 169-194.
- HERAL (M.), RAZET (D.), DESLOUS-PAOLI (J.M.), BERTHOME (J.P.), GARNIER (J.), 1982 (1983). - Caractéristiques saisonnières de l'hydrobiologie du complexe estuarien de Marennes-Oléron (France). - *Rev. Trav. Inst. Pêches marit.*, 46 (2) : 93-119.
- HIGGINS (P.J.), 1980. - Effects of food availability on the valve movements and feeding behavior of juvenil *Crassostrea virginica* (Gmelin). 2. feeding rate and behaviour. - *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 46 : 17-27.
- KIORBOE (T.), MOHLENBERG (F.) and NOHR (O.), 1980. - Feeding, particle selection and carbon absorption in *Mytilus edulis* in different mixtures of algae and resuspended bottom material. - *Opheelia*, 19 (2) : 193-205.
- SORNIN (J.M.), DELMAS (D.) et DESLOUS-PAOLI (J.M.), 1986. - Evolutions quantitatives et qualitatives du seston dans une claire à huîtres : relation avec la sédimentation et la biodéposition. Journées du GABIM, L' Houmeau, novembre 1986. *Océanis* : ce fascicule.
- YENTSCH (C.S.) and MENZEL (D.W.), 1983. - A method for the determination of phytoplankton chlorophyll and pheophytin by fluorescence. - *Deep. Sea Res.*, 10 : 221-231.

Effets de la turbidité sur les palourdes adultes
Ruditapes philippinarum (Adams et Reeve) :
Croissance, effort de reproduction, composition
biochimique, mortalité.

R. DAOU, P. GOULLETQUER.

IFREMER, Laboratoire Ecosystèmes Conchylicoles (LEC)
B.P. 133, 17390 LA TREMBLADE (FRANCE).

Mots clés : Turbidité, Ruditapes philippinarum, composition biochimique,
effort de reproduction, mortalité.

Key-Words : Turbidity, Ruditapes philippinarum, biochemical changes, re-
productive effort, mortality.

RESUME : Suite aux différences de croissance enregistrées au niveau des populations d'élevage de palourdes japonaises Ruditapes philippinarum localisées sur estran, un protocole expérimental permet de tester que la turbidité est un élément primordial qui contrôle la croissance et la mortalité de cette espèce.

Une comparaison des croissances, des taux de mortalité et des efforts de reproduction, de deux populations dont l'une est soumise à un accroissement de seston minéral, est effectuée. Un suivi biochimique des animaux permet d'appréhender les réponses de ces bivalves face au facteur turbidité.

ABSTRACT : Following observations on the disparity in growth on Manila clam's breeding in the field, laboratory experiments were conducted to test the turbidity. This factor influenced the growth and mortality of Manila clam's. The reproductive effort, growth and mortality from two populations were followed, one being cultivated with high levels of silt. A biochemical survey permitted to estimate the response to the effect of mineral particles.

Introduction

De récentes études ont permis de montrer l'effet de sédiments en suspension sur la croissance et l'énergétique de différentes espèces, Vahl (1980) sur Chlamys islandica, Newell (1983) sur Crassostrea virginica, Bricelj et Malouf (1984) sur Mercenaria mercenaria, Widdows et al. (1979), Kiorboe et al. (1981) et Jorgensen (1981) sur Mytilus edulis. D'autres travaux considèrent l'effet du type granulométrique de sédiment sur la croissance, Mann (1977) sur Tapes japonica, Newell et Hidu (1982) sur Mya arenaria. Les résultats sont parfois contradictoires avec les études de populations naturelles (Jacques et al., 1984).

Très peu d'études portent sur les paramètres biologiques en fonction de charges sestoniques (Bricelj et al., 1984), hormis les suivis de populations naturelles et leur distribution (Cahn, 1951 ; Pratt and Campbell, 1956 ; Vahl, 1981 ; Cloern, 1982), fonction de nombreux autres paramètres. Ainsi dans le cas d'introduction d'une espèce nouvelle pour l'aquaculture intensive comme la palourde japonaise Ruditapes philippinarum sur le littoral français, nous disposons de peu de données pour la détermination des sites optimaux d'élevage.

Il est donc intéressant, après avoir enregistré d'importantes différences en taux de mortalité, en croissance sur les populations d'élevages sur estran, de tester le facteur turbidité sur la palourde japonaise Ruditapes philippinarum.

L'objectif de cette étude expérimentale au laboratoire est donc d'étudier l'influence d'une turbidité importante sur la croissance, la mortalité, l'effort de reproduction et la composition biochimique de la palourde japonaise Ruditapes philippinarum dans des conditions proches du milieu naturel. En effet, le niveau sestonique est adapté à la nature du substrat d'élevage, vase ou sable, du fait de la remise en suspension par l'action des courants observée dans le milieu naturel.

1. Matériels et méthodes

De mai à septembre 1987, un dispositif expérimental a permis de tester l'effet d'une turbidité importante sur deux lots homogènes de palourdes

japonaises Ruditapes philippinarum, âgées de 1 an, et élevées à une même densité de 250 individus/m². Le dispositif expérimental est constitué de deux "raceways", dont les dimensions sont 2,7 m x 0,45 m x 0,50 m, alimentés par de l'eau du milieu naturel fraîchement pompée et décantée dans un bassin extérieur de 300 m³. Deux types de sédiments sont utilisés comme substrat d'élevage, un à granulométrie fine de nature vaseux, et l'autre sableux à granulométrie grossière. Ces sédiments sont préalablement traités à l'hypochlorite de sodium afin de détruire la matière organique puis rincés. Les différentes fractions granulométriques sont mesurées par tamisage du sédiment.

Après une phase d'acclimatation de trois semaines, une suspension minérale, réalisée dans une cuve annexe de 3 m³ par homogénéisation de sédiment vaseux, alimente et maintient une turbidité importante dans le raceway à sédiment fin.

Pendant la période expérimentale, un suivi journalier de la turbidité est réalisé par des mesures au turbidimètre HACH (unité N.T.U.). L'estimation de la charge minérale est effectuée par comparaison des mesures néphélométriques avec la méthode par pesée du seston, après filtration sur filtre Whatman GFC 0,45 um, puis calcination au four à 450°C.

↓

Les palourdes sont numérotées et mesurées individuellement dans leur plus grande longueur au début de l'expérimentation pour permettre de calculer les accroissements individuels selon la formule : $A = \text{Log} \left(\frac{L1}{L0} \right) \times \left(\frac{1}{(t1-t0)} \right) \times 100$ (Briceij et al., 1984), au cours de l'échantillonnage bimensuel. La température est mesurée à chaque prélèvement. Pour chaque échantillon, constitué de 10 individus par bac, les différentes mesures biométriques sont effectuées : longueur, largeur, épaisseur, poids total, l'estimation du poids sec étant réalisé après lyophilisation pendant 24 h. Nous utilisons les indices de condition $(P_{\text{sec}} - P_{\text{cen}}) / P_{\text{coq}}$ et $(P_{\text{sec}} / P_{\text{coq}})$ selon Walne et Mann (1975) recommandés par Lucas et Beninger (1985) comme étant des indices physiologiques précis pour les adultes. L'effort de reproduction est estimé par l'indice pondéral gaméto-somatique (I.P.G.S.), en pourcentage (Lucas et al.,

1978). L'estimation du poids sec émis sans cendre (P.S.S.C.) étant effectuée par différence entre le maximum et le minimum de P.S.S.C. au moment de la ponte. L'analyse biochimique de la chair est réalisée pour les protéines selon la méthode de Lowry et al. (1956) et pour les sucres selon la méthode de Dubois et al. (1956). Les lipides, après extraction selon la technique de Bligh et Dyer (1959) sont dosés selon la méthode de Marsh et Weinstein (1966). Le pourcentage de cendres dans la chair sèche est estimé par perte au feu à 450°C pendant 24 h. L'estimation de la valeur énergétique est effectuée en appliquant les coefficients de conversion caloriques de Deslous-Paoli et al. (1987) pour les lipides (34,42 J/mg), de Brody (1945) pour les protéines (23,65 J/mg) et glucides (17,16 J/mg).

En fin d'expérimentation, un relevé systématique des coquilles vides et une mesure de leur axe antéro-postérieur, permettent d'estimer la mortalité et l'accroissement dans chaque raceway.

Pour tester la validité du traitement sur les différents paramètres mesurés chez les palourdes, nous utilisons les tests statistiques d'analyse de variance, calculé à l'aide du logiciel STAT-ITCF (1987). Dans les cas appropriés, les moyennes individuelles sont comparées en utilisant le test de Student Newman Keuls.

↓

11. Résultats

. Granulométrie du sédiment (tableau 1)

Les différentes fractions mesurées permettent de classer le sédiment du bac (1) dans les sables fins. Le sédiment du deuxième bac, caractérisé par 93,59 % de particules fines < 63 µm, constitue un substrat instable, assimilé à des vases franches, facilement remis en suspension par les courants, occasionnant ainsi des turbidités élevées à l'interface eau-sédiment.

Nature Fraction	Bac 1	Bac 2
Graviers (> 2 000 um)	2,8	0,15
Sables grossiers (2 000 > x > 500 um)	9,93	0,48
Sables fins (500 um > x > 63 um)	85,95	5,78
Petites (< 63 um)	1,32	93,59

Tableau 1 : Teneurs fractionnelles (%) des 2 sédiments.

Particle size composition of sediments (values represent per cent dry weight fractions).

. Charge sestonique

La figure 1 montre l'évolution des charges minérales enregistrées au cours de l'expérimentation et calculées à partir des mesures NTU selon l'équation $Q_{\text{minéral/litre}} = 1,74 \text{ NTU} - 0,23$ ($r = 0,97$). Les valeurs moyennes sont de 32,2 mg/l ($\sigma = 9,7$) pour le bac à sédiment sableux, représentant l'évolution du milieu naturel, et de 178,1 mg/l ($\sigma = 22,1$) pour le bac à sédiment vaseux à surcharge sestonique. Dans ce dernier cas, les fluctuations sont plus marquées mais toujours très supérieures en valeur absolue à la charge sestonique du bac sableux.

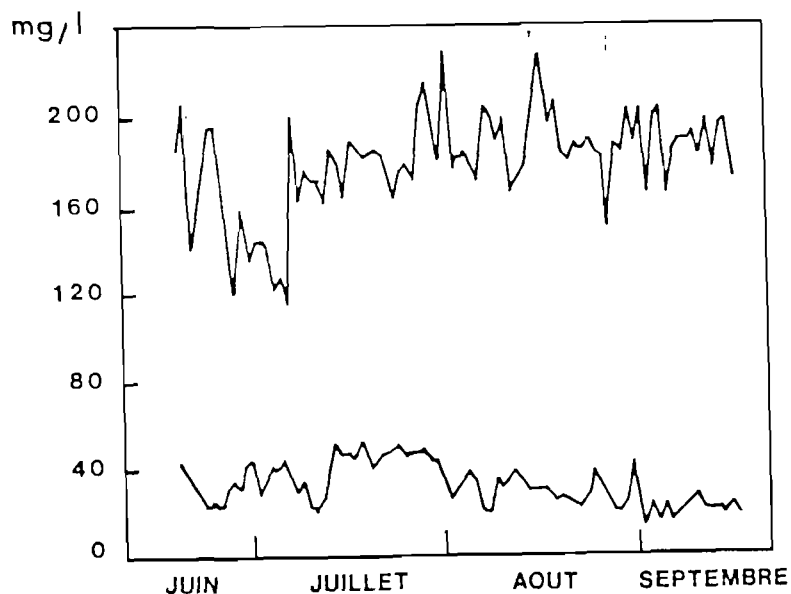


Figure 1 : Evolution de la charge minérale pendant la période expérimentale (différence significative entre 2 séries).

Concentrations of particulate inorganic matter in mg dry wt.l⁻¹ during the survey.

. Croissance palourdes

Les résultats présentés dans le tableau 2 montrent l'évolution de la croissance dans les deux raceways. Tous les paramètres biométriques du lot de palourdes situé dans le bac à forte charge sestonique sont affectés par le facteur turbidité, comme le confirment les analyses de variance distinguant les deux lots de façon significative au seuil de 5 %, les palourdes présentant une croissance ralentie dans le bac turbide.

La turbidité importante n'affecte pas l'allométrie des coquilles. En effet, aucune différence significative n'est observée en comparant les différents rapports Epaisseur/Longueur, Largeur/Longueur entre les deux lots testés.

L'évolution des poids sec montre une croissance rapide en début d'expérimentation, en particulier pour le bac sableux. Par la suite une chute rapide correspondant à une émission de gamètes est observée sur le bac vaseux dès l'accroissement en seston minéral. Une première émission s'effectue dans le deuxième bac fin juillet, puis, après une reprise de croissance très nette (403,65/486,7 mg) nous observons une seconde émission fin août (292,34 mg). La reprise en poids sec dans le bac turbide consécutive à la première ponte, est très limitée (399,41/412,06 mg), l'écart en poids sec étant significatif avant la seconde émission simultanée dans les deux bacs. On note que les pontes s'effectuent aux températures maximales, hormis la première du bac vaseux, provoquée par la variation de turbidité.

. Accroissement en longueur

Le tableau 3 nous présente l'accroissement moyen journalier en fonction des bacs.

Les valeurs pour les palourdes du bac sableux sont toujours supérieures en particulier au 24/7, où l'écart entre les deux lots est maximal suite au ralentissement de croissance dû à la turbidité dans le bac vaseux. L'analyse de variance sur la totalité des accroissements mesurés montre une différence significative au seuil de 5 % entre les

Tableau 2 : Evolution de la température et des paramètres biométriques des 2 modalités expérimentales ("SB" : bac à sédiment sableux, "VV" : bac à sédiment vaseux à forte turbidité).

Paramètre Date	T°C	Longueur mm	Largeur mm	Epaisseur mm	Poids total g	Poids coq. mg	Poids sec mg	I.C. (Psec/Pcoq) x 100
21.05.87	19,0	31,37 (0,43)	23,54 (0,28)	15,94 (0,29)	7,80 (0,46)	4,29 (0,17)	285,23 (11,07)	66,54 (1,74)
15.06.87	19,0	SB 33,97 (0,55)	24,96 (0,33)	16,84 (0,28)	9,61 (0,41)	4,98 (0,24)	588,01 (33,3)	118,07 (4,5)
		VV 32,87 (0,31)	24,53 (0,22)	15,82 (0,18)	8,70 (0,23)	4,60 (0,17)	534,29 (22,7)	116,07 (6,0)
8.07.87	24,2	SB 34,59 (0,42)	25,55 (0,34)	16,84 (0,23)	9,84 (0,30)	5,08 (0,13)	585,78 (32,7)	115,22 (5,0)
		VV 33,12 (0,56)	24,85 (0,34)	16,81 (0,25)	9,11 (0,33)	4,69 (0,16)	407,54 (26,4)	86,88 (5,9)
24.07.87	21,5	SB 35,24 (0,62)	25,90 (0,45)	17,23 (0,47)	10,46 (0,66)	5,36 (0,36)	403,65 (23,7)	75,29 (2,9)
		VV 34,51 (0,39)	25,59 (0,32)	17,46 (0,46)	10,36 (0,49)	5,40 (0,31)	399,41 (28,4)	74,01 (4,3)
10.08.87	22,0	SB 35,26 (0,41)	26,18 (0,41)	17,74 (0,28)	10,52 (0,37)	5,51 (0,26)	486,7 (33,4)	88,39 (5,5)
		VV 34,12 (0,53)	25,55 (0,20)	17,14 (0,27)	10,11 (0,40)	5,34 (0,24)	412,06 (22,6)	77,21 (5,3)
24.08.87	23,1	SB 35,37 (0,57)	26,04 (0,44)	17,66 (0,34)	10,32 (0,43)	5,58 (0,23)	292,34 (12,88)	52,43 (2,2)
		VV 33,89 (0,41)	25,20 (0,31)	17,30 (0,36)	9,85 (0,45)	5,17 (0,28)	283,0 (14,69)	54,73 (3,9)
7.09.87	21,5	SB 35,21 (0,47)	25,89 (0,33)	17,55 (0,30)	10,37 (0,40)	5,45 (0,26)	237,69 (13,44)	43,63 (1,6)
		VV 34,08 (0,59)	25,12 (0,42)	17,08 (0,35)	9,84 (0,52)	5,18 (0,31)	281,33 (19,33)	54,3 (3,1)
14.09.87	22,5	SB 34,75 (0,29)	26,07 (0,20)	17,76 (0,16)	10,43 (0,22)	5,65 (0,12)	220,27 (9,84)	38,95 (1,4)
		VV 34,47 (0,37)	25,55 (0,23)	17,24 (0,21)	10,02 (0,26)	5,34 (0,16)	224,94 (8,72)	42,16 (1,8)

deux modalités. Un ajustement par régression linéaire des accroissements en fonction du temps permet d'obtenir des corrélations significatives avec comme coefficients de corrélation, pour le bac sableux $r = 0,99$, et $r = 0,94$ pour le bac à forte turbidité. Les écarts entre les deux bacs sont confirmés par les mesures effectuées en fin d'expérimentation sur la totalité des palourdes, avec des valeurs de 0,087 (0,03) pour le bac vaseux et de 0,107 (0,04) pour le bac sableux.

	15/6	8/7	24/7	10/8	24/8	7/9	14/9
Bac "VV"	0,227 (0,08)	0,174 (0,05)	0,129 (0,07)	0,129 (0,06)	0,068 (0,01)	0,084 (0,04)	0,09 (0,03)
Bac "SB"	0,252 (0,07)	0,211 (0,02)	0,188 (0,04)	0,163 (0,05)	0,130 (0,03)	0,105 (0,04)	0,10 (0,02)

Tableau 3 : Evolution de l'accroissement journalier moyen.
Average daily growth increments.

. Mortalité

En fin d'expérimentation, la mortalité totale représente 44 % du lot ayant subi la turbidité, pour 24 % du lot localisé dans le bac "SB". La longueur moyenne dans le premier cas est de 33,76 mm (1,79) pour 34,97 mm (1,72) dans le bac à faible turbidité. La comparaison entre les accroissements des individus vivants en cours d'expérimentation avec les accroissements des animaux morts (tableau 4) selon la formule $\text{Log}(L1/L0) \times 100$ ne nous permet pas de conclure sur une période précise de mortalité importante compte-tenu des écarts types des moyennes. Toutefois, compte-tenu des observations en cours d'expérimentation, il semble que dès le début de l'accroissement sestonique une mortalité a eu lieu, alors qu'une mortalité consécutive à la deuxième ponte est observée pour le bac sableux.

Date	VV	SB
15/6	5,46 (1,9)	6,06 (1,7)
8/7	8,18 (2,1)	9,92 (1,1)
24/7	8,13 (4,5)	11,85 (2,4)
10/8	10,21 (4,6)	12,89 (4,3)
24/8	6,32 (1,2)	12,05 (2,5)
7/9	8,94 (4,5)	11,08 (3,9)
14/9	10,20 (3,7)	11,2 (2,8)
Mortalité	7,2 (3,8)	11,8 (5,2)

Tableau 4 : Comparaison des accroissements moyens des individus morts, prélèvements.

Comparison between the increments of the sampled individuals and dead shells.

↓

• Evolution biochimique

Les pourcentages des constituants biochimiques dans le tableau 5, calculés par rapport à la chair sèche sans cendres, montrent des valeurs maximales pour les lipides précédant les deux émissions de gamètes. Les fluctuations observées sur les protéines sont relativement faibles, avec des valeurs minimales en période de pré ponte. Les réserves glucidiques, après les valeurs maximales de 14,19 % et 13,79 %, décroissent régulièrement au cours de l'expérimentation pour atteindre 1,6 %. L'indice de condition (Psec-Pcen)/Pcoq présente des valeurs maximales au stade de réplétion des gonades puis décroît également.

Les résultats présentés sur la figure 2 permettent de mettre en évidence l'absence d'effet du facteur turbidité sur le métabolisme glucidique. On ne peut conclure quant à l'effet de la turbidité pendant la phase de stockage des glucides, l'expérimentation ayant débuté en

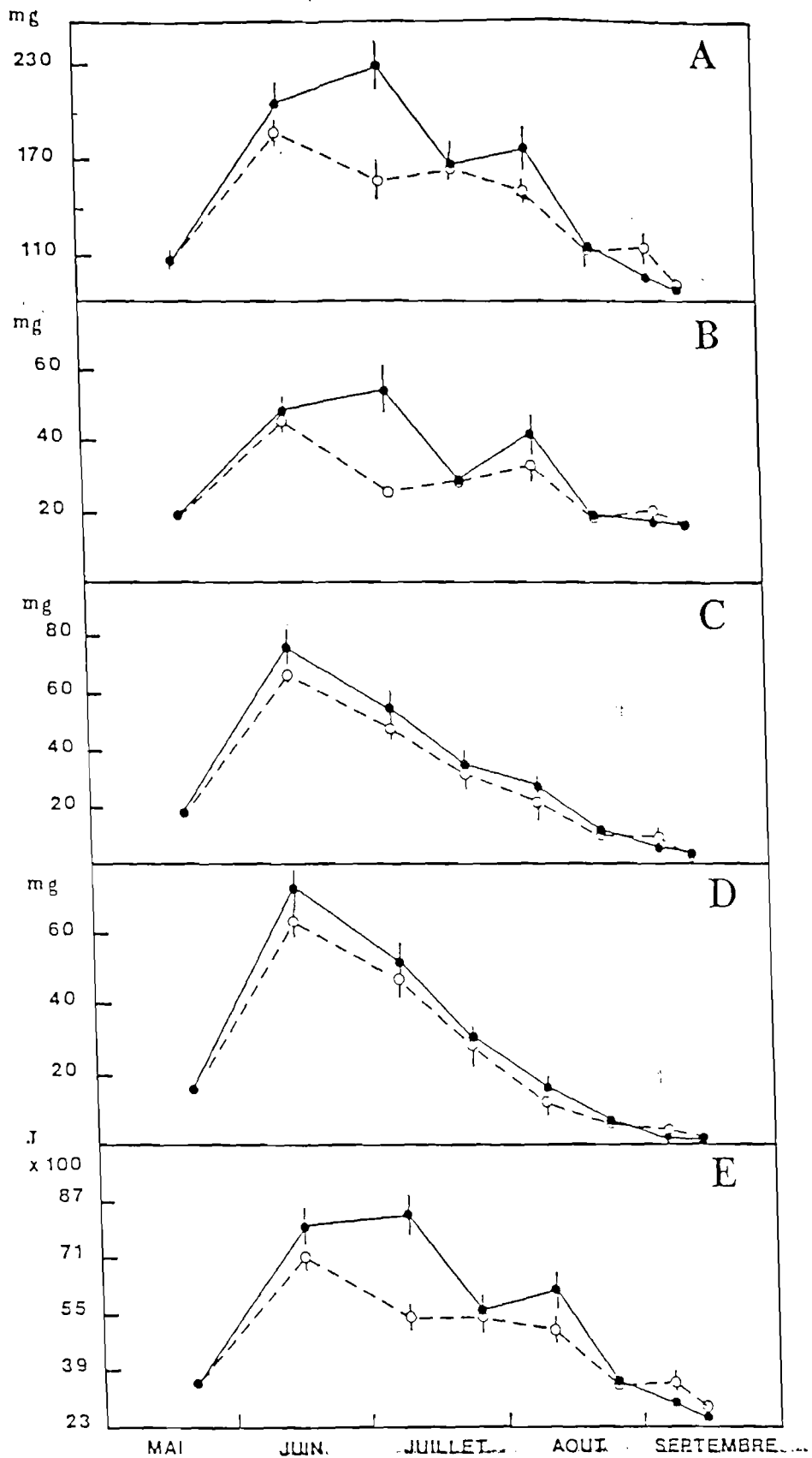


Figure 2 : Evolution des paramètres biochimiques en valeurs absolues (mg) (A = protéines, B = lipides, C = glucides totaux, D = glycogène, E = valeur énergétique en Joules).

Tableau 5 : Evolution des paramètres biochimiques exprimés en valeurs relatives au poids sec sans cendres (PSSC).

Paramètre Date	PSSC	(Psec-Pcen)/Pcoq IC ₂	% Prot.	% Lip.	% S. Tx.	% Glyc.
21.05.87	251,94 (19,2)	60,6 (2,7)	41,10 (3,83)	7,37 (0,7)	7,41 (1,32)	6,31 (1,35)
15.06.87	SB 529,07 (30,7)	106,2 (4,0)	38,98 (2,75)	9,05 (1,00)	14,19 (1,14)	13,49 (1,18)
	VV 487,4 (21,2)	105,9 (5,5)	38,24 (3,11)	9,23 (1,60)	13,79 (1,31)	12,83 (1,84)
8.07.87	SB 536,53 (31,4)	105,5 (4,8)	42,83 (1,80)	9,83 (2,13)	10,14 (1,80)	9,44 (1,95)
	VV 370,85 (24,2)	79,1 (5,5)	42,18 (2,30)	6,90 (0,57)	12,77 (1,95)	12,24 (2,02)
24.07.87	SB 375,00 (22,1)	69,9 (2,7)	44,74 (1,04)	7,60 (0,95)	9,28 (1,81)	8,00 (1,86)
	VV 365,52 (26,4)	67,7 (4,0)	44,77 (1,95)	7,82 (0,99)	8,31 (2,94)	7,21 (3,06)
10.08.87	SB 434,26 (29,8)	78,9 (5,0)	41,11 (4,10)	9,28 (2,04)	6,36 (2,20)	3,79 (1,70)
	VV 366,62 (21,0)	68,7 (4,8)	40,85 (4,66)	8,66 (1,86)	5,79 (2,87)	3,02 (2,46)
24.08.87	SB 256,40 (11,1)	46,0 (1,9)	44,78 (3,35)	7,27 (0,71)	4,74 (1,91)	2,71 (1,68)
	VV 248,73 (13,2)	48,1 (3,4)	45,55 (3,82)	7,32 (1,01)	4,14 (1,84)	2,27 (1,70)
7.09.87	SB 208,39 (12,06)	38,3 (1,4)	45,85 (2,64)	7,92 (0,35)	2,80 (1,26)	0,66 (0,46)
	VV 249,30 (17,9)	48,1 (2,8)	45,62 (2,05)	8,14 (0,89)	3,70 (2,07)	1,30 (1,71)
14.09.87	SB 189,73 (8,9)	33,6 (1,3)	45,06 (3,63)	8,23 (0,62)	1,60 (0,84)	0,23 (0,43)
	VV 195,96 (7,7)	36,7 (1,6)	46,37 (4,38)	8,07 (0,62)	1,55 (0,53)	0,15 (0,55)

cours de gamétogénèse, au moment des valeurs maximales observées dans le cycle naturel. Compte-tenu de la séquence métabolique de la reproduction, phase de stockage des sucres, puis transformation en lipides pendant l'ovogenèse, l'effort de reproduction (tableau 6) n'apparaît pas fonction de l'état des réserves glucidiques printanières. Aucune différence significative n'est observée concernant les glucides, alors que les efforts de reproduction ne sont pas égaux. Après transformation logarithmique pour les variables protéines et lipides, nous observons des différences significatives (seuil 5 %) entre les deux bacs au cours des prélèvements précédant les pontes. La valeur énergétique de l'individu, représentant une variable cumulant les écarts possibles au niveau de chaque constituant biochimique suit une évolution comparable à la courbe des lipides avec une différence significative entre les deux bacs. On note l'absence d'écart significatif sur ces variables entre les deux modalités de turbidité en comparant le début et la fin d'expérimentation.

En regroupant les prélèvements selon une modalité pré-ponte et post-ponte, tous les paramètres biochimiques sont affectés (tests significatifs à 5 %) par le cycle de reproduction sauf les sucres libres, représentés par la différence entre les sucres totaux et le glycogène dont l'évolution semble indépendante des phénomènes de reproduction.

	1ère ponte		2ème ponte	
	%	mg	%	mg
"SB"	43,07	161,53	69,37	177,86
"VV"	31,43	116,55	47,40	117,89

Tableau 6 : Estimation de l'I.P.G.S. (%) et des quantités de gamètes émis en fonction des bacs.

Reproductive effort ; values expressed as per cent dry weight and mg dry weight.

Discussion

Au cours de l'expérimentation, l'effet de l'accroissement sestonique, bien que n'influençant pas la croissance somatique, apparaît significatif sur les autres paramètres de croissance, l'effort de reproduction et la mortalité des palourdes japonaises Ruditapes philippinarum, constituant ainsi un facteur externe majeur pour les relations trophiques de cette espèce (Bernard, 1983). Les palourdes soumises à la forte turbidité voient leur croissance ralentir, leur effort de reproduction diminuer et le pourcentage de mortalité augmenter. Ces résultats sont conformes aux observations de Héral et al. (1983) qui constatent l'effet négatif des fortes turbidités sur les rendements d'assimilation, et les amaigrissements chez Crassostrea gigas occasionnés par les charges sestoniques élevées (250 mg/l) (Deslous-Paoli et Héral, 1984). Par ailleurs Chiba et Ohshima (1957) signalent que le taux de pompage chez la palourde japonaise faiblit peu en présence d'une suspension de 500 mg/l de bentonite. La raison pour laquelle nous n'avons pas observé d'effet de la turbidité, associé à la nature du sédiment sur l'allométrie de la palourde japonaise tient probablement à la durée brève d'expérimentation. En effet, de nombreux auteurs dont Ohba (1959), Lam (1980), Eagar (1984), signalent ces variations chez les Vénéridés en fonction de ces paramètres dans le milieu naturel.

↓

La réponse des organismes à ce facteur peut s'effectuer à différents niveaux, une exposition plus réduite du manteau à la périphérie de la coquille (Pedicord in Eagar, 1977 ; Eagar, 1984) ou une contraction des filaments branchiaux pouvant réduire considérablement les taux de rétention (Foster-Smith, 1975), une baisse sensible de rétention (50 %) a d'ailleurs été observée sur Ruditapes philippinarum par Deslous-Paoli et al. (1986) suite à un accroissement de turbidité ainsi que par Yap (1977). Comme le soulignent Bricelj et Malouf (1984) sur Mercenaria mercenaria, la maximisation du gain d'énergie pour les bivalves vivant dans les milieux turbides dépend de la capacité sélective de rétention et du taux élevé de production de pseudofèces. Ainsi les espèces pouvant réguler l'ingestion par une forte production de pseudofèces sont mieux adaptées pour résister à de fortes charges sestoniques que celles régulant l'ingestion en réduisant le taux de rétention comme il a été observé sur Ruditapes philippinarum. Par ailleurs, les mécanismes mucoci-

liaires servant à nettoyer les branchies (Deslous-Paoli et al., 1986) pendant les fortes charges sestoniques entraînent une dépense énergétique sensible (Jorgensen, 1981). De même l'accroissement en seston minéral représente une dilution de la partie organique ingérable par l'animal (Widdows, 1979 ; Vahl, 1980), diminuant ainsi la quantité d'énergie disponible. Selon Widdows et al. (1979), la respiration peut être affectée parallèlement au taux de ventilation. A de fortes charges sestoniques, (300 mg.l^{-1} pour Mytilus edulis), l'oxygène devient de moins en moins disponible pour l'animal dont le taux de ventilation diminue ce qui nécessite une augmentation de l'efficacité d'extraction d'oxygène difficilement maintenue par l'animal.

Ce manque d'adaptation, et ces pertes énergétiques aboutissent à une sensibilisation des animaux, accrue par ailleurs en période de reproduction, pouvant expliquer cet écart de taux de mortalité entre les deux populations. Si ces réponses des individus face au facteur turbidité expliquent les écarts de croissance et les changements de rendements d'assimilation, il est intéressant de noter la réponse physiologique au point de vue effort de reproduction. On note que les efforts de reproduction sont globalement supérieurs à ceux observés sur estran (Gouletquer et al., 1986) ce qui tient en partie à l'alimentation continue pendant l'expérimentation. Deux pontes sont observées malgré le stress du seston minéral avec une deuxième émission plus importante que la première (47,4 %/31,43 %). L'effort de reproduction semble directement dépendant des conditions environnementales pendant la gamétogenèse, étant donné que le stock en réserves glucidiques, nécessaire à la synthèse lipidique (Beninger et Lucas, 1984) est semblable pour les deux conditions expérimentales. La synthèse lipidique pour la deuxième ponte ne passe pas principalement par la voie de stockage glucidique compte tenu de la décroissance en glycogène (fig. 2).

Nous retrouvons les mêmes observations que pour l'effet du temps d'immersion (Gouletquer et al., 1986) sur l'effort de reproduction et la croissance somatique qui présentent dans les deux cas, une croissance somatique équivalente en fonction des modalités alors que l'effort de reproduction varie fortement. Les écarts significatifs observés dans la composition biochimique concernent essentiellement les paramètres liés à la fonction de reproduction, avec des valeurs maximales en protéines et

lipides précédant la ponte (Beninger et Lucas, 1984). Par ailleurs, les composés biochimiques évoluent de façon semblable. Toutefois quelques remarques sont à formuler concernant l'évolution des glucides au cours de l'expérimentation en particulier le niveau très élevé, 12,9 % du poids sec, en sucres totaux, représente une valeur très supérieure aux 5 % observés par Beninger et Lucas (1984) sur la même espèce et les 9,3 % chez une population localisée sur estran (Gouilletquer, 1987) ou les 9,8 % pour une population en claires ostréicoles (Gouilletquer et al., 1986). Pour une population d'estran subissant les phénomènes d'anaérobiose suite aux émergences, les sucres constituent la principale source énergétique dans ce cas (Gäde, 1983), ainsi qu'en claires ostréicoles où la nourriture peut être limitante. Cependant nos conditions expérimentales sont favorables à un stockage important des sucres, par suite de l'absence d'émergence et des conditions trophiques non limitantes. D'autre part il n'a pas été observé d'influence du facteur turbidité sur l'évolution des sucres entre les deux modalités, comme l'absence d'effet de la période reproductrice sur l'évolution des sucres libres.

S'il est difficile d'extrapoler ces résultats sur des populations naturelles dans la mesure où le facteur turbidité intervient dès la phase de recrutement pour réguler la distribution de l'espèce (Cahn, 1951 ; Cloern, 1982), l'impact de ce facteur apparaît essentiel sur Ruditapes philippinarum.

Dans le cadre de conditionnement de géniteurs en écloséries, ce facteur peut intervenir sur l'optimisation des efforts de reproduction. Le choix des sites d'élevage, associé à un niveau de turbidité, influence les croissances et la survie des individus. Ce facteur intervient également au cours de l'association d'élevage en claires ostréicoles de Ruditapes philippinarum avec d'autres espèces bioturbatrices comme la crevette japonaise Penaeus japonicus.

BIBLIOGRAPHIE

- Beninger P. and Lucas A., 1984. Seasonal variations in condition, reproductive activity and gross biochemical composition of two species of adult clam in a common habitat : Tapes decussatus L. (Jeffreys) and Tapes philippinarum (Adms & Reeve). J. Exp. Mar. Biol. Ecol. (79) : 19-37.
- Bernard F.R., 1983. Physiology and the mariculture of some northeastern Pacific Bivalve Molluscs. Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci., 63 : 24 p.
- Bligh J.G. and Dyer W.F., 1959. A rapid method of total lipid extraction and purification. Can. J. Biochem. Physiol., 37 : 911-917.
- Bricelj V.M. and Malouf R.E., 1984. Influence of algal and suspended sediment concentrations on the feeding physiology of the hard clam Mercenaria mercenaria. Marine Biology, 84 : 155-165.
- Bricelj V.M., Malouf R.E. and De Quillfeldt C., 1984. Growth of juvenile Mercenaria mercenaria and effect of resuspended bottom sediments. Marine Biology, 84 : 167-173.
- Brody S., 1945. Bioenergetics and growth p. 309. Reinhold New-York.
- Cahn A.R., 1951. Clam culture in Japan. Fishery Leaflet Fish. Wilds. Serv. U.S. Fl., 399 : 103 p.
- Chiba K., Ohshima Y., 1957. Effect of suspending particles on pumping and feeding of marine bivalves, especially the japanese little neck clam. Bull. Jap. Soc. Scient. Fish., 23 : 348-354.
- Cloern J.E., 1982. Does the benthos control phytoplankton biomass in South San Francisco Bay ? Mar. Ecol. Progr. Ser. n 9 : 191-202.

- Deslous-Paoli J.M. et Héral M., 1984. Transferts énergétiques entre l'huître Crassostrea gigas de 1 an et la nourriture potentielle disponible dans l'eau d'un bassin ostréicole. Haliotis, 14 : 79-90.
- Deslous-Paoli J.M., Héral M., Gouletquer P., Boromthananat W., Razet D., Garnier J., Prou J., Barillet L., 1986. Evolution saisonnière de la filtration de bivalves intertidaux dans des conditions naturelles. Journées du Gabim, L' Houmeau, Oct. 86, Océanis (in press).
- Deslous-Paoli J.M., Héral M., Jousset M., Boromthananat S., Gouletquer P. and Sauriau P.G., 1987. Total lipid content and lipid energetic values of bivalve molluscs. Comp. Biochem Physiol. (in press).
- Dubois M., Gilles K.A., Hamilton J.K., Rebecs P.A. and Smith F., 1956. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. Anal. Chem., 28 (3) : 350-356.
- Eagar R.M.C., Stone N.M. and Dickson P.A., 1984. Correlations between shape, weight and thickness of shell in four populations of Venerupis rhomboides. J. Moll. Stud. : 19-38.
- Foster-Smith R.L., 1975. The effect of concentration of suspension on the filtration rates and pseudo-faecal production for Mytilus edulis (L.), Cerastoderma edule (L.) and Venerupis pullastra (Montagu). J. exp. mar. Biol. Ecol., 17 : 1-22..
- Gäde G., 1983. Energy metabolism of Arthropods and Molluscs during Environmental and functional Anaerobiosis. The journal of Experimental Zoology, 228 : 415-429.
- Gouletquer P., Nedhif M. et Héral M., 1986. Perspectives de développement de l'élevage de la palourde japonaise Ruditapes philippinarum dans le bassin ostréicole de Marennes-Oléron. Note CIEM CM 1986/F : 42 Comité de la Mariculture : 14 p.

- Gouletquer P., Lombas I., Prou J., 1986. Influence du temps d'immersion sur l'activité reproductrice et sur la croissance de la palourde japonaise Ruditapes philippinarum et l'huître japonaise Crassostrea gigas. Haliotis 1987 (in press).
- Gouletquer P., 1987. Mortalité hivernale chez la palourde japonaise Ruditapes philippinarum sur le littoral atlantique : Aspects biochimiques et écophysiologicals. Haliotis 1987 (in press).
- Héral M., Deslous-Paoli J.M. et Sornin J.M., 1983. Transferts énergétiques entre la nourriture potentielle disponible dans l'eau d'un bassin ostréicole et l'huître adulte Crassostrea gigas. Océanis 9 (3) : 169-194.
- Jacques A., Brêthes J.C.F. et Desrosiers G., 1984. Croissance de Mya arenaria en relation avec les caractéristiques du sédiment et la durée d'immersion sur la batture de Rimouski. Sciences et Techniques de l'eau 17 (1) : 95-98.
- Jorgensen C.B., 1981. Feeding and cleaning mechanisms in the suspension feeding bivalve Mytilus edulis. Marine biology 65 : 159-163.
- Kjørboe T., Mohlenberg F. and Nohr O., 1981. Effects of suspended bottom material on growth and energetics in Mytilus edulis. Marine Biology 61 : 283-288.
- Lam V.W.W., 1980. Shell form and diagnostic differences in the structure of the siphons and ciliary currents of the cenidia in coastal species of the Tapetinae (Bivalvia : Veneracea) in Hong Kong. In Proceedings of the First International Workshop on the Malacofauna of Hong Kong and Southern China, Hong Kong (1977) (ed. B.S. Morton) Hong Kong University Press, Hong Kong : 11-31.
- Lowry O.H., Rosebrough N.I., Farrand A.L. and Randall R.J., 1951. Protein measurement with the folin phenol reagent. J. Bio. Chem. 193 : 263-275.

- Lucas A., Calvo J. et Trancart M., 1978. L'effort de reproduction dans la stratégie démographique de six bivalves de l'Atlantique. Halio-
tis, 9 : 107-116.
- Lucas A. and Beninger P., 1985. The use of physiological condition indices in Marine Bivalve Aquaculture. Aquaculture, 44 : 187-200.
- Mann R., 1977. The effect of substrate particle size on growth of the Manila clam Tapes japonica. Tech. Rep. Woods Hole Oceanogr. Inst. 14 p.
- Marsh J.B. and Weinstein D.B., 1966. Simple charring method for determination of lipid. J. Lipid. Res. 7 : 574-576.
- Mohlenberg F. and Kiorboe T., 1981. Growth and energetics in Spisula subtruncata (Da Costa) and the effect of suspended bottom material. Ophelia 20 (1° : 79-90.
- Newell C.R. and Hidu H., 1982. The effects of sediment type on growth rate and shell allometry in the soft shelled clam Mya arenaria L. J. Exp. Mar. Biol. Ecol., 65 : 285-295.
- Newell R.I.E. and Jordan S.J., 1983. Preferential ingestion of organic material by the American oyster Crassostrea virginica. Mar. Ecol. Prog. Ser. 13 : 47-53.
- Ohba S., 1959. Ecological studies in the natural population of a clam Tapes japonica, with special reference to seasonal variations in the size and structure of the population and to individual growth. Biol. J. Okayama Univ. 5 (1/2) : 13-43.
- Pratt D.M. and Campbell D.A., 1956. Environmental factors affecting growth in Venus mercenaria. Limnol. Oceanogr. 1 (1) : 2-16.
- Vahl O., 1980. Seasonal variations in seston and in the growth rate of the Iceland Scallop, Chlamys islandica (O.F. Müller) from Balsfjord, 70°N. J. Exp. mar. Biol. Ecol. 48 : 195-204.

Vahl O., 1981. Energy transformations by the Iceland Scallop Chlamys islandica (O.F. Müller) from 70°N. The age specific energy budget and net growth efficiency. J. Exp. mar. Biol. Ecol., 53 : 281-296.

Walne P.R. and Mann R., 1975. Growth and biochemical composition in Ostrea edulis and Crassostrea gigas, In : H. Barnes (editor) Proc. 9th Eur. Mar. Biol. Symp. Oban. Aberdeen University Press, Aberdeen : 587-607.

Widdows J., Fieth P. and Worrall C.M., 1979. Relationship between seston, available food and feeding activity in the common mussel Mytilus edulis. Marine biology 50 : 195-207.

