

INFLUENCE DU TEMPS D'IMMERSION SUR L'ACTIVITE REPRODUCTRICE
ET SUR LA CROISSANCE DE LA PALOURDE JAPONAISE *RUDITAPES PHILIPPINARUM*
ET L'HUITRE JAPONAISE *CRASSOSTREA GIGAS*.

par

Philippe GOULLETQUER, Inès LOMBAS, Jean PROU

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

ABSTRACT : GROWTH AND REPRODUCTION OF THE MANILA CLAM *RUDITAPES PHILIPPINARUM* AND THE PACIFIC OYSTER *CRASSOSTREA GIGAS* AS INFLUENCED BY THE IMMERSION TIME.

In order to study the influence of immersion time on the commercial species, *Ruditapes philippinarum*, the Manila clam, and *Crassostrea gigas* the Pacific oyster, a seasonal growth survey using the ground culture technique was conducted at three intertidal levels (12 %, 29 %, 46 % emersion) in the Bay of Marennes-Oleron. Interspecific differences apperant were : shell weight of *Crassostrea gigas* in winter, as opposed to *Ruditapes philippinarum*, which it ceased in Autumn. In other respects oysters' spawning is earlier (August) and proportionnally more important for *Crassostrea gigas* then for *Ruditapes philippinarum* (September). Increasing immersion time has an effect upon growth rate weight increase and a positively assymetrical effect upon the population distribution for both species. The seasonal changes of the ash-free dry weight show correlations between the quantity of gametes released and the immersion times, but somatic growth is less variable. The reproductive effort (gonado somatic index) increased from 43 % to 87,4 % for *Crassostrea gigas* and 31 % to 44 % for *Ruditapes philippinarum* with an average immersion time of 13 h to 21 h per day.

Key-words : Reproductive effort, immersion time, *Ruditapes philippinarum*, *Crassostrea gigas*.

RESUME : Pour étudier l'influence du temps d'immersion sur deux espèces cultivées, la palourde japonaise *Ruditapes philippinarum* et l'huitre japonaise *Crassostrea gigas*, un suivi saisonnier de croissance est réalisé à 3 niveaux d'émerision (12 %, 29 % et 46 %) sur l'estran du bassin de Marennes-Oléron. Des différences interspécifiques apparaissent : une prise de poids de coquille hivernale chez *Crassostrea gigas*, un arrêt étant observé en période automnale pour *Ruditapes philippinarum*. Par ailleurs l'émission des gamètes est plus précoce (août) et proportionnellement plus importante pour *Crassostrea gigas* que pour *Ruditapes philippinarum* (septembre). Les performances de croissance, la prise de poids ainsi que la distribution des populations des deux espèces sont influencées par une tendance à l'asymétrie positive, selon un gradient croissant avec les temps d'immersion. Les fluctuations saisonnières des poids secs sans cendres montrent des quantités de gamètes émises corrélées significativement chez les deux espèces avec les temps d'immersion alors que la croissance somatique semble moins varier. L'effort de reproduction (I.P.G.S.) varie de 43 % à 87,4 % pour *Crassostrea gigas* et de 31 % à 44 % pour *Ruditapes philippinarum* avec un temps journalier d'immersion passant de 13 h à 21 h.

Mots clés : Effort de reproduction, temps d'immersion, *Ruditapes philippinarum*, *Crassostrea gigas*.

Introduction

Les élevages concomittants de *Crassostrea gigas* du bassin de Marennes-Oléron et de la palourde japonaise *Ruditapes philippinarum* nécessitent une étude comparative des deux espèces. Dans un premier temps un des facteurs important en vue d'optimiser les courbes de croissance, en zone intertidale est le temps d'immersion des animaux.

Les réponses physiologiques aux émerisions périodiques ont été étudiées sur différentes espèces *Modiolus modiolus*, *Argopecten irradians*, *Ostrea edulis*, *Mytilus edulis*, *Crassostrea virginica*, *Geukensia demissa* (Gillmor, 1982) *Mytilus edulis*, *Cardium glaucum* (Widdows, 1985), et sur la palourde japonaise *Ruditapes philippinarum* par Day (1980), Fang (1982) et Britton (1983) en relation avec leur distribution intertidale. Par ailleurs, peu d'études sont réalisées pour mesurer les fluctuations de croissance liées au niveau de culture (Jacques, 1984).

Dans ce contexte, l'influence du temps d'immersion sur la croissance et la reproduction de deux espèces *C. gigas* et *R. philippinarum* a été testée simultanément.

Matériels et méthodes

En avril 1984 deux populations de mollusques : huîtres *Crassostrea gigas* et palourde *Ruditapes philippinarum* ont été semées sur 3 parcs de substrat vaseux à des biomasses de 33 g de chair sèche/m², disposées le long d'une radiale en bords de Seudre (fig. 1). Trois niveaux d'émerision sont retenus pour ces élevages : 12 %, 29 % et 46 %, correspondant respectivement à des coefficients de marée de 70, 55, 40, les temps d'immersion étant calculés à partir de la formule harmonique de la marée,

$$h(t) = Z_0 + \sum_j \sum_i A_{ij} \cos(V_{ij} - G_{ij})$$

où Z_0 est le niveau moyen autour duquel oscille le niveau de l'eau, A_{ij} et G_{ij} représentant l'amplitude et la situation d'une onde élémentaire dépendant du point considéré, V_{ij} est l'argument astronomique lié au temps t (SHOM, 1983). Saisonnièrement, pendant un an, cinquante individus sont prélevés pour mensurations au pied à coulisse selon l'axe antéro postérieur, pesés, puis une lyophilisation de la chair permet une estimation du poids sec. Le poids de cendres est obtenu par crémation d'une fraction aliquote à 450°C pendant 24 heures. Le poids de coquille est effectué après passage à l'étuve pendant 24 heures.

L'influence du temps d'immersion sur la croissance des populations est estimée à partir des régressions du poids total en fonction du temps et par les variations des poids secs, en particulier en période d'amaigrissement hivernal. Une approche de la variabilité de la croissance sur la population finale est abordée par le calcul des coefficients d'asymétrie.

L'effort de reproduction est estimé par l'indice pondéral gamète-somatique, I.P.G.S., en pourcentage (Lucas et al., 1978). L'estimation du poids sec émis sans cendre (P.S.S.C.) étant effectué par différence entre le maximum et le minimum de P.S.S.C. au moment de la ponte.

2) Résultats :

. Temps d'immersion (tableau 1)

Le temps moyen journalier d'immersion, correspondant aux pentes des régressions linéaires (temps d'immersion fonction du temps), est de 13 h pour le parc haut, 17 h pour le parc moyen et 21 h pour le parc bas. On note que les écarts de temps sont réguliers entre ces trois niveaux.

Tableau 1 : Temps d'immersion cumulés en heures (huîtres/palourdes) selon les 3 niveaux.

Date	Niveau Haut	Médian	Bas	100 %
2.04.84	0	0	0	0
27.06.84	1 064	1 342	1 567	2 064
3.08.84	1 531	1 921	2 522	2 952
31.08.84	1 879	2 365	3 081	3 624
27.09.84	2 220	2 796	3 650	4 272
6.11.84	2 736	3 442	4 506	5 232
5.02.85	3 906	4 915	6 420	7 392

. Biométrie

L'évolution des paramètres biométriques (tableau 2) permet de préciser la nette différence concernant les phases de croissance de l'huître et de la palourde. Cette dernière présente un arrêt en période automnale (fig. 1), tandis que la prise de poids est continue pour l'huître, due essentiellement à l'augmentation de poids de coquille. Par ailleurs, la reproduction pour l'huître, représentée par les pertes de poids en chair sèche est nettement plus précoce (juillet-août) que pour la palourde (septembre).

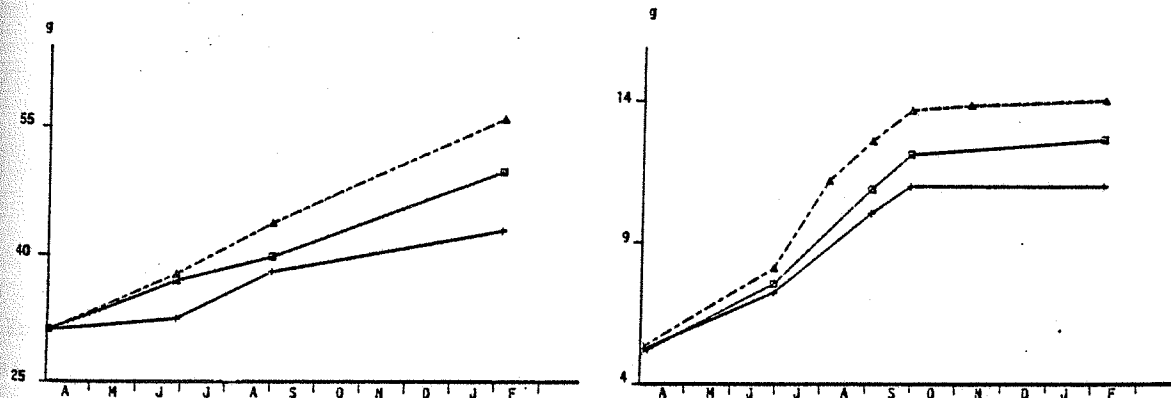


Figure 1 : Evolution saisonnière des données pondérales (g) des huîtres et des palourdes.

Tableau 2 : Evolution saisonnière des paramètres biométriques. () : écart-type, H : niveau haut à 46 % d'émersion ; M : médian à 29 % ; B : bas à 12 %.

HUITRES								
		Longueur (mm)		P total (g)		P sec (mg)		% cendres
2.04.84	H	73,53	(9,9)	31,55	(7,6)	398,3	(99,9)	15,14
	M							
	B							
27.06.84	H	72,52	(8,3)	32,96	(7,5)	931,54	(207,0)	10,61
	M	72,84	(8,8)	37,56	(8,7)	1 085,40	(290,8)	11,82
	B	77,30	(8,5)	38,42	(7,09)	1 243,03	(302,0)	11,14
31.08.84	H	73,13	(8,3)	38,75	(7,9)	670,18	(141,2)	13,14
	M	75,78	(7,4)	40,55	(8,3)	662,78	(202,6)	13,47
	B	76,15	(9,08)	44,69	(8,3)	708,9	(164,7)	16,76
5.02.85	H	74,84	(7,1)	43,74	(8,9)	493,1	(145,2)	16,93
	M	81,22	(9,2)	50,91	(8,9)	585,2	(179,8)	14,90
	B	79,11	(12,5)	57,40	(13,78)	591,0	(245,1)	17,40
PALOURDES								
2.04.84	H	27,77	(1,5)	5,17	(0,8)	130,95	(28,9)	13,47
	M	27,74	(1,5)	5,09	(0,8)	130,68	(19,5)	11,84
	B	28,14	(1,6)	5,25	(0,9)	134,94	(34,5)	11,62
27.06.84	H	30,68	(1,5)	7,15	(1,2)	322,37	(56,8)	9,17
	M	30,69	(2,01)	7,48	(1,0)	369,15	(71,0)	9,32
	B	31,80	(1,5)	8,02	(1,1)	404,68	(104,0)	9,08
3.08.84	B	34,94	(1,9)	11,10	(1,7)	488,1	(53,6)	10,28
31.08.84	H	33,48	(1,8)	9,97	(1,5)	432,07	(65,9)	10,73
	M	34,52	(1,6)	10,82	(1,4)	444,97	(62,6)	11,46
	B	36,02	(2,0)	12,52	(2,0)	432,27	(95,5)	11,66
27.09.84	H	34,74	(1,8)	10,92	(1,4)	331,03	(63,5)	11,33
	M	35,96	(1,8)	12,06	(1,5)	325,43	(59,8)	11,74
	B	37,55	(2,4)	13,60	(2,3)	400,4	(63,2)	12,02
6.11.84	B	37,6	(2,4)	13,78	(2,2)	341,6	(68,8)	11,20
5.02.85	H	34,57	(2,0)	10,92	(1,8)	238,13	(40,5)	11,13
	M	36,20	(2,1)	12,58	(2,0)	254,57	(71,4)	11,86
	B	37,3	(2,1)	13,96	(2,0)	251,63	(77,1)	12,55

Influence du temps d'immersion sur la croissance : poids total

- Poids total :

Les différences d'augmentation de poids selon les trois niveaux d'immersion sont liées à la croissance par une régression linéaire poids total = fonction (temps), d'avril à fin septembre 1984 pour les palourdes et jusqu'en février 1985 pour les huîtres (fig. 2).

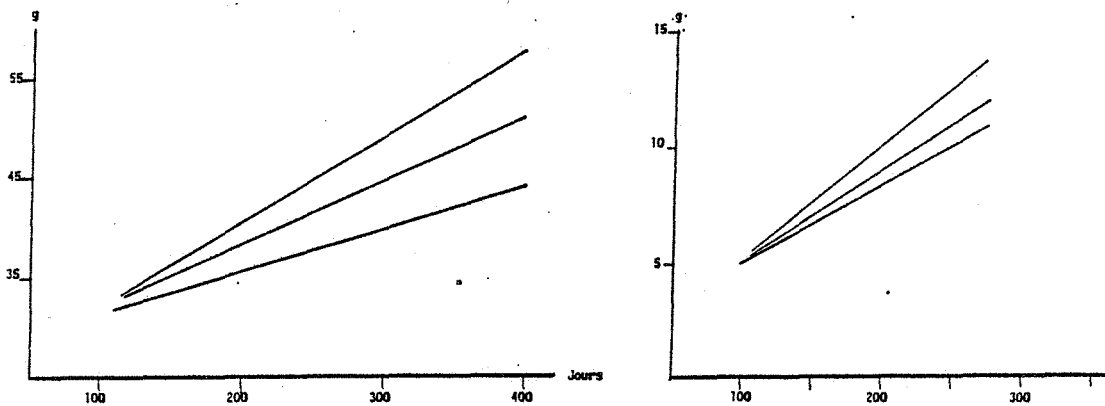


Figure 2 : Régression linéaire des poids totaux en fonction du temps (huîtres-palourdes).

Les régressions calculées sont estimées au seuil de 1 %, sauf le parc d'huîtres situé le plus haut sur estran, avec un seuil de 5 %.

Tableau 3 : Fluctuations des pentes des régressions poids total en fonction du temps selon les 3 niveaux. (r = coefficient de corrélation)

Espèce	Niveau		
	Haut	Médian	Bas
huîtres	0,0419 (0,95)	0,0621 (0,96)	0,0845 (0,97)
Palourdes	0,0329 (0,99)	0,0396 (0,99)	0,0488 (0,99)
Temps moyen d'immersion h/j	13 h	17 h	21 h

On remarque un effet plus marqué du temps d'immersion sur la prise de poids des huîtres que sur celle des palourdes, comme l'indiquent les valeurs des pentes (tableau 3). Les écarts entre les poids obtenus aux différents niveaux pour les deux espèces sont constants comme le sont les écarts entre les niveaux d'immersion.

Influence du temps d'immersion sur la distribution des populations

Tableau 4 : Evolution des coefficients d'asymétrie et de variation en fonction du niveau intertidal au 5.02.85

* valeur significative au seuil de 2 % de la table bilatérale

5.02.85	HUITRES			PALOURDES		
	H	M	B	H	M	B
coefficient d'asymétrie	0,156	0,976*	1,724*	- 0,27	0,277	1,16*
coefficient de variation	20,27	17,49	24,01	16,67	15,71	14,17

En fin d'expérimentation (5.02.85) le parc le plus bas sur estran pour les palourdes ainsi que pour les huîtres présente des valeurs significatives d'asymétrie positive. Les coefficients de variation varient relativement peu, cependant on retrouve (tableau 4) un gradient croissant des parcs hauts vers le parc le plus immergé. Ainsi la distribution des

populations présente un nombre croissant d'individus situés au dessus de la moyenne, pour un temps d'immersion plus important.

. Influence du temps d'immersion sur l'activité reproductrice :

L'évolution des poids secs de chair chez les palourdes montre un décalage dans le temps pour les périodes d'émission des gamètes. Ainsi au 31.08.84, le maximum de poids sec est atteint pour les parcs haut et médian alors que la ponte a déjà débuté sur le parc le plus bas. Le pas d'échantillonnage utilisé pour les huîtres pourrait laisser supposer une sous estimation de la quantité de gamètes émise, toutefois le poids sec sans cendre émis par rapport au poids avant ponte pour le parc bas (46,64 %) est proche de la valeur de 51,5 % observée par Héral et al., (1983) pour un temps d'immersion journalier moyen du même ordre de grandeur (22 heures).

Tableau 5 : Estimation de l'I.P.G.S. (%) et des quantités de gamètes émis en fonction des temps d'immersion.

temps d'immersion		HUITRES		PALOURDES	
		Q gamètes (mg)	I.P.G.S %	Q gamètes (mg)	I.P.G.S %
		13 h	H	250,58	43,05
17 h	M	383,61	66,89	106,76	37,17
21 h	B	515,16	87,40	134,58	44,37

Les quantités de gamètes émis (tableau 5), tant pour les huîtres que les palourdes sont corrélées significativement avec les temps d'immersion. On note que l'Indice pondéral gaméto-somatique est toujours plus élevé chez les huîtres, les variations en fonction du temps d'immersion étant également marquées. Ainsi il apparait nettement que l'effort de reproduction est proportionnel au temps d'immersion.

. L'effet du temps d'immersion sur la croissance somatique

La croissance somatique semble peu affectée par les différents temps d'immersion comme l'indiquent les augmentations de poids secs sans cendre (%) du tableau 6.

Tableau 6 : Augmentation de PSSC (%) pendant la période de croissance

Niveau			
Espèce	Haut	Médian	Bas
Huitres	72,2	69,7	74,4
Palourdes	159,0	149,3	154,4

Effet du temps d'immersion sur l'amaigrissement hivernal

Aucun gradient n'est observé sur la répartition des pertes de poids secs sans cendre (tableau 7). Cependant les parcs les plus bas sur l'estran présentent un amaigrissement marqué pour les huitres (17,18 %) comme pour les palourdes (27,46 %). Il est possible qu'un facteur autre que le temps d'immersion tel que la turbidité excessive en période hivernale, puisse intervenir pour augmenter les dépenses d'énergie occasionnant les amaigrissements (Héral et al., 1983).

Tableau 7 : Evolution des amaigrissements hivernaux en mg et % de poids secs sans cendre.

Niveau						
Espèce	Haut		Médian		Bas	
	PSSC		PSSC		PSSC	
	mg	%	mg	%	mg	%
Huitres (31.08-5.02)	172,5	29,63	75,5	131,6	101,25	17,18
palourdes (27.09-5.02)	81,89	27,90	62,84	21,98	83,29	27,46

Discussion

L'effet du temps d'immersion apparait plus marqué pour l'huitre *C. gigas* que pour la palourde *R. philippinarum* ; l'écart entre les taux de filtration, par unité de poids, des deux espèces, de l'ordre de 21 % (Deslous-Paoli et al., 1986), en faveur de l'huitre, permet d'expliquer partiellement cette différence. D'autre part des réponses physiologiques différentes, (production de coquille en hiver, métabolisme respiratoire) peuvent entraîner des rendements nets de production de chair non similaires. Comme pour l'espèce *Mya arenaria* (Jacques, 1984), la croissance apparait proportionnelle aux temps d'immersion pour les deux espèces, qui présentent une adaptation similaire pour les meilleures croissances dans l'infralittoral. Ceci est en accord avec les localisations de populations naturelles de

palourdes (Fang, 1982 ; Britton, 1983) ainsi que leurs sites de recrutement (Nosho et al., 1971). Des populations naturelles d'huîtres (Summer, 1980), sont également localisées à ce niveau ainsi que les populations d'élevages (Anderson, 1982 ; Glock, 1979 ; Summer, 1981 et Walne, 1979).

Summer (1981) précise pour l'huître *Crassostrea gigas* que la croissance est supérieure de 71 %, 3 mois après le captage pour des élevages situés dans le subtidal que dans l'infralittoral. Un temps d'immersion prolongé représente une durée de nutrition plus importante pour les animaux, ainsi qu'un milieu plus stable vis à vis des variations climatiques. Ceci permet d'expliquer partiellement l'effet bénéfique d'un temps d'immersion prolongé sur les croissances observées.

Les croissances observées à 46 % d'émersion démontrent une assez bonne résistance aux variations climatiques et nutritives dues au rythme des marées. Les variations de poids sec sans cendre permettent d'observer des efforts de reproduction croissants avec le temps d'immersion, l'Indice pondéral gameto-somatique pouvant passer du simple au double chez les huîtres (43,05 %/87,40 %), alors que la croissance somatique est relativement homogène. Toutefois l'impossibilité de séparer la gonade diffuse dans la chair ne permet pas d'exclure des remaniements somatiques en cours de gamétogenèse. La fonction de reproduction apparaît ainsi prioritaire pour les animaux âgés de 2 ans, dont l'effort de reproduction augmente avec l'âge pour un même niveau d'immersion (Héral et al., 1983). Par conséquent, le niveau optimal, maximisant l'énergie disponible pour la croissance et la reproduction (Gillmor, 1982), est donc situé pour ces deux espèces dans l'infralittoral. Le temps d'immersion apparaît comme un facteur important dont il faut tenir compte en vue de comparer les efforts de reproduction des différentes populations d'une même espèce.

Dans le bassin de Marennes-Oléron, les charges en seston total peuvent atteindre 250 mg.l⁻¹ en période hivernale (Deslous-Paoli et al., 1984) occasionnant ainsi des effets négatifs sur l'assimilation (Kiorboe et al., 1980). Le parc le plus immergé subit des turbidités prolongées qui affaiblissent les animaux et provoquent ainsi des amaigrissements accentués. En tenant compte d'une progression théorique d'un amaigrissement, inversement proportionnel au niveau d'immersion, les huîtres supporteraient relativement moins bien cette turbidité liée à leur filtration plus élevée. Pourtant la période de reproduction plus précoce chez l'huître permet à celle-ci de mieux reconstituer ses réserves énergétiques pour aborder l'hiver (Deslous-Paoli et al., 1982) que la palourde dont la période de ponte se situe tardivement en septembre-octobre. Ceci peut être déterminant pour les conditions de survie de cette dernière espèce durant la période hivernale pour un site présentant des turbidités élevées.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ANDERSON G.J., MILLER M.B., CHEW K.K., 1982. A guide to Manila Clam Aquaculture in Puget Sound, University of Washington, *Technical Report*, 45 p.

- BRIITON J.C., 1985. Upper thermal tolerance limits for three species of cobble shore bivalves in Toho Harbour, Hong Kong, with notes on population structure and distribution on the shore. In Proceedings of the Second International Workshop on the Malacofauna of Hong Kong and Southern China Hong Kong, 1983 (eds. Morton B.S), Hong kong university Press, Hong Kong, pp 519-527.
- DAY J.E., 1980. Correlation of gill physiology, emersion and intertidal distribution of three bivalves from 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, pp. 211-217.
- 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., 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., GOULLETQUER P., BOROMTHANARAT 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, Nov. 86 *Océanis* (sous presse).
- 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 B.S. Morton, C.K. Tseng), pp. 849-858. Hong Kong University Press, Hong Kong.
- GILLMOR R.B., 1982. Assessment of Intertidal growth and capacity Adaptations in Suspension Feeding Bivalves. *Marine Biology*, 68 : 277-286.
- GLOCK J.W., CHEW K.K., 1979. Growth, Recovery and movement of Manila clams *Venerupis japonica* (Deshayes) at Squaxin Island, Washington. Proceedings of the National Shellfisheries Association, Vol. 69, pp 15-20.
- HERAL M., DESLOUS-PAOLI J.M., SORNIN J.M., 1983. Transferts énergétiques entre l'huître *Crassostrea gigas* et la nourriture potentielle disponible dans un bassin ostréicole : premières approches. *Océanis*, vol. 89, fasc. 3 : 169-194.
- HERAL M., DESLOUS-PAOLI J.M., 1983. Valeur énergétique de la chair de l'huître *Crassostrea gigas* estimée par mesures microcalorimétriques et par dosages biochimiques. *Oceanologica Acta*, vol. 6 n° 2 : 193-199.
- JACQUES A., 1984. La 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*, Vol. 17 n° 1 : 95-99.
- KIORBOE T.F., MOHLENBERG F., NOHR O., 1980. Feeding, particle selection and carbon absorption in *Mytilus edulis* in different mixtures of algae and resuspended bottom material. *Ophelia*, 19 : 193-205.
- LUCAS A., CALVO J., TRANCART M., 1978. L'effort de reproduction dans la stratégie démographique de six bivalves de l'Atlantique. *Haliotis*, vol. 9 : 107-116.
- NOSHO T.Y., CHEW K.K., 1972. The setting and growth of the Manila clams *Venerupis japonica* (Deshayes) in Hood canal, Washington. Proceedings of the National Shellfisheries Association, Vol. 62, pp. 50-58.
- SHOM, 1983. Service hydrographique et hydrographique de la marine, "tables des marées des grands ports du monde", 166 p.
- SUMMER C.E., 1980. Growth of Pacific oysters, *Crassostrea gigas* Thunberg, cultivated in Tasmania, I intertidal Stick culture. *Aust. J. Mar. Freshwater Res.*, 31, 129-135.
- SUMMER C.E., 1981. Growth of pacific oysters, *Crassostrea gigas* Thunberg cultivated in Tasmania. II. Subtidal culture. *Aust. J. Mar. Freshwater Res.*, 32 : 411-416.

WALNE P.R., 1979. Culture of bivalve molluscs 50 years experience at Conwy. *Fishing News Books Ltd* 191 p.

WIDDOWS J., SHICK J.M., 1985. Physiological responses of *Mytilus edulis* and *Cardium edule* to aerial exposure. *Marine Biology*, 85 : 217-232.