

VARIATIONS SAISONNIERES *IN SITU* DE LA PRODUCTION ET DE LA
COMPOSITION DES BIODEPOTS DE TROIS MOLLUSQUES ESTUARIENS
(*MYTILUS EDULIS*, *CRASSOSTREA GIGAS*, *CREPIDULA FORNICATA*).

Jean-Marc DESLOUS-PAOLI*, Jean-Marc SORNIN**, Maurice HERAL*

* *Laboratoire National Ecosystème Conchylicole IFREMER,*
B.P. 133, 17390 LA TREMBLADE (FRANCE).

** *CREMA-L'Hourneau, Case 5, 17137 NIEUL SUR MER (FRANCE).*

ABSTRACT : *IN SITU* SEASONAL VARIATIONS OF BIODEPOSIT PRODUCTION AND COMPOSITION FOR THREE
MOLLUSCS (*MYTILUS EDULIS*, *CRASSOSTREA GIGAS*, *CREPIDULA FORNICATA*).

The biodeposition was quantified on the field with sediment traps. All over the year, the biodeposition was the lowest for *Crepidula fornicata*. *Mytilus edulis* rejected more biodeposits during winter, and *Crassostrea gigas* during spring and autumn. The percentage of organic matter consumed and digested was higher during summer. The constitutive elements of the digested organic matter was not always the same, all over the year. The energy content of the digest fraction was higher in spring. For *Mytilus edulis* the ration intake was higher in winter and spring, related with the gametogenetic and spawning period. An analysis of the mineral constituents of the natural food was made.

Keys-words : Biodéposition, digestibility, *Mytilus edulis*, *Crassostrea gigas*, *Crepidula fornicata*.

RESUME :

La biodéposition est quantifiée à l'aide de pièges à sédiments dans le milieu naturel. A biomasse égale, en chair sèche, c'est *Crepidula fornicata* qui présente la biodéposition la plus faible quelle que soit la saison. *Mytilus edulis* produit plus de biodépôts pendant l'hiver et *Crassostrea gigas* au printemps et en automne. Les pourcentages de matières organiques consommées et digérées sont plus forts en été que pendant le reste de l'année et ne portent pas sur les mêmes constituants tout au long de l'année. Par contre, la valeur énergétique de la fraction digérée est maximale au printemps pour les trois espèces. Pour *Mytilus edulis* elle est également élevée en hiver, ce qui laisse supposer une relation avec les besoins du cycle gamétogénétique. Une analyse de la composition minéralogique de la ration est effectuée.

Mots clés : Biodéposition, digestibilité, *Mytilus edulis*, *Crassostrea gigas*, *Crepidula fornicata*.

INTRODUCTION

La gestion d'un écosystème estuarien du type de celui de Marennes-Oléron nécessite la connaissance des bilans énergétiques des différentes populations de mollusques cultivés (Héral et al., 1983 ; Deslous-Paoli et Héral, 1984 ; Boromthanasarat, 1986) et sauvages (Deslous-Paoli et al., 1985). En effet, 82 000 tonnes d'huîtres *Crassostrea gigas* (Bacher et al., 1986) et 3 600 tonnes de moules *Mytilus edulis* (Boromthanasarat et Deslous-Paoli, 1986)

voisinent avec de nombreuses espèces sauvages dont 5 000 tonnes de Crépidules (Desiouis-Paoli et Massé, 1982). Il en résulte donc une intense compétition spatiale et trophique. La position de ces espèces sur l'espace intertidal, nécessite donc de connaître l'impact de leur biodéposition sur les sédiments sous-jacents (Sornin et al., 1983), et de comparer *in situ* la part d'énergie consommée par ces différents mollusques et la fraction réellement digérée donc retirée de l'écosystème.

MATERIELS ET METHODES

La biodéposition de *Crepidula fornicata*, *Mytilus edulis* et *Crassostrea gigas* est étudiée simultanément dans l'estuaire de la Seudre (fig. 1). Les animaux sont disposés et maintenus en monocouche dans des casiers en matière plastique placés sur des tables ostréicoles à une quarantaine de centimètres au-dessus du sédiment, à un coefficient de marée de 80. Le système de piège à sédiment est celui décrit par Sornin (1981) et Sornin et al. (1983). Deux pièges sont mis en place par espèce et sous un casier vide en tant que témoins. Les pièges sont placés à marée basse pour une période de 24 heures (2 cycles de marée) pendant deux périodes consécutives.

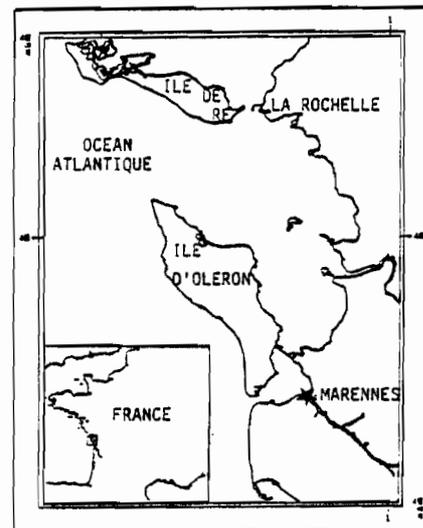


Figure 1 : Le bassin de Marennes-Oléron : situation des tables expérimentales (★).

Les quantités biodéposées sont calculées, après centrifugation à 3 000 tours pendant 10 minutes, par différence entre les quantités des différents éléments recueillis sous les mollusques et celles recueillies dans le témoin de sédimentation. Les chlorophylles et phéopigments sont dosés sur le sédiment frais par la méthode de Lorenzen (1967). Après lyophilisation, l'estimation de la part organique est faite sur chaque échantillon par calcination à 450°C pendant une heure. Les protéines sont dosées par la méthode de Lowry et al. (1951), les glucides selon Dubois et al. (1956) et les lipides, extraits selon le protocole de Bligh et Dyer (1959), sont dosés selon la méthode de Marsh et Weinstein (1966). La transformation en valeur énergétique est effectuée par l'intermédiaire des coefficients

de Brody (1945). Pour s'assurer de la conservation du traceur minéral et particulièrement de la fraction argileuse, une analyse granulométrique par diffractométrie aux rayons X est réalisée sur chacun des échantillons recueillis sous les animaux et dans le témoin. Les animaux testés ont environ 40 mm de longueur pour *M. edulis* et 100 mm pour *C. gigas*. Pour *C. formicata*, il s'agit d'associations en chaîne considérées dans leur ensemble. Les animaux étant sacrifiés à la fin de chaque série de prélèvement, et la chair lyophilisée, les résultats sont exprimés pour une biomasse d'un gramme de chair sèche. Ils correspondent aux moyennes de 4 mesures par espèce et de deux mesures pour le témoin, à chaque saison.

Parallèlement, des prélèvements d'eau sont faits à marée haute. Les températures sont mesurées et la salinité est déterminée par conductimétrie. L'eau étant préfiltrée à 250 µm, le seston est recueilli sur filtres Whatman GFC de 0,45 µm puis pesé après séchage à 60°C pendant 1 heure. La part organique est estimée par différence après calcination à 450°C pendant 10 minutes. Les protéines, lipides et glucides sont dosés selon les protocoles signalés plus haut, de même que les chlorophylles et les phéopigments.

La digestibilité DC est calculée en utilisant la formule de Conover (1966) reprise par Schneider et Flatt (1975) (in Atkinson et al., 1984) en supposant la part minérale comme un traceur inerte dans le tractus digestif :

$$DC = 100 - 100 \times \frac{Tn}{Tb} \times \frac{Eb}{En}$$

avec Tn : pourcentage du traceur dans la nourriture

Tb : pourcentage du traceur dans les biodépôts

En : pourcentage de l'élément organique dosé dans la nourriture

Eb : pourcentage de l'élément organique dosé dans les biodépôts.

La quantité de l'élément organique consommé Q_c est calculée par la formule (en mg/g de chair sèche / unité de temps).

$$Q_c = \frac{qm.b}{qm.n} \times qe.n$$

avec qe.n = quantité en élément organique dosé de la nourriture par unité de volume (en mg/l).

qm.n = quantité en minéral de la nourriture par unité de volume (en mg/l).

qm.b = quantité de minéral rejeté dans les biodépôts par unité de temps (en mg/g de chair sèche / unité de temps).

La filtration est calculée à partir des seuls éléments minéraux par la formule $F = \text{qm.b/qm.n}$ (en l/g de chair sèche/unité de temps (Sato et al., 1964)).

RESULTATS

- Seston (tableau 1)

L'évolution de la charge particulaire de l'eau évolue saisonnièrement. Au mois de février, on mesure des charges sestoniques supérieures à 500 mg/l avec une teneur en matière organique de 9,48 %. Cette teneur atteint 18,04 pour cent pendant l'été 1982 alors que la charge sestonique n'est que de 25,5 mg/l. Ces résultats correspondent à ceux décrits plus finement par Héral et al. (1983b) et sont expliqués non seulement par les apports détritiques hivernaux des fleuves en crue, mais aussi par une remise en suspension des sédiments des berges et des sliques environnantes lors des forts coefficients de marée et des coups de vent durant cette période.

	Sest. tot. (mg.l ⁻¹)	Sest. min. (mg.l ⁻¹)	Sest. org. (µg.l ⁻¹)	Prot. (µg.l ⁻¹)	Lip. (µg.l ⁻¹)	Glu. (µg.l ⁻¹)	Chloro. (µg.l ⁻¹)	Phéo. (µg.l ⁻¹)
Juillet 1982	25,5 (19,2)	20,9 (15,8)	4,58 (2,35)	171 (4)	87 (6)	371 (47)	0,811 (-)	8,17 (-)
Novembre 1982	40,6 (4,2)	35,2 (1,4)	5,40 (2,83)	335 (35)	148 (102)	245 (21)	1,36 (0,57)	1,72 (0,33)
Février 1983	515,0 (253,1)	466,2 (244,4)	48,8 (8,77)	2 970 (470)	400 (40)	1 860 (520)	6,25 (2,49)	17,36 (12,49)
Avril 1983	64,9 (34,1)	56,9 (29,7)	7,96 (4,44)	620 (320)	137 (34)	633 (169)	4,41 (1,32)	2,23 (1,46)

Tableau 1 : Composition du seston à différente période de l'année, écart-type ().

La somme des protéines, lipides et glucides (PLG) représente 10,7 pour cent de la matière organique particulaire en février et 17,5 pour cent en avril et juin pendant les blooms phytoplanctoniques (Héral et al., 1983b). Ce faible pourcentage expliqué par les dosages biochimiques est dû principalement aux méthodes utilisées qui ne portent que sur la partie mobilisable de la matière organique. Les chlorophylles et phéopigments suivent la même évolution que la charge particulaire. La chlorophylle représente 26 et 66 % de la somme chlorophylles et phéopigments respectivement en février et en avril. Ces chiffres se rapprochent de ceux d'Héral et al. (1983b) soit 75 pour cent en mai et juin et deux pics secondaires en mars et à la fin du mois d'août.

- Rejets des mollusques

A biomasse égale de chair sèche, et indépendamment du mode de culture, ce sont les crépidules qui produisent le moins de biodépôts, quelle que soit la saison (tableau 2).

Pendant l'hiver, ce sont les moules qui produisent le plus de biodépôts alors que ce sont les huîtres qui en produisent le plus au printemps et en automne. Ces résultats confirment ceux de Sornin (1981) pour *M. edulis* et *C. gigas*.

	Période	Biodép. totaux	Biodép. min.	Biodép. org.	Prot.	Lip.	Gluc.	Chlo. $\mu\text{g.j}^{-1}$	Phéop. gCs^{-1}
A	Juillet 1982	661 (67)	594 (71)	67 (6)	4,97 (0,13)	0,29 (0,28)	5,66 (0,85)	39,9 (3,5)	46,6 (16,0)
	Novembre 1982	1 679 (105)	1 525 (108)	154 (3)	8,64 (0,56)	0,42 (0,89)	12,73 (1,27)	13,3 (18,8)	38,5 (31,0)
	Février 1983	16 090 (4 793)	15 010 (4 703)	1 080 (90)	55,61 (16,7)	10,55 (0,33)	121,30 (23,50)	71,3 (54,2)	321,5 (129,1)
	Avril 1983	6 461 (76)	5 812 (25)	649 (51)	15,66 (8,06)	11,24 (7,04)	31,97 (26,92)	64,3 (9,3)	216,9 (168,7)
B	Juillet 1982	816 (60)	742 (67)	74 (8)	5,36 (0,70)	0,28 (0,22)	7,75 (1,52)	108,8 (61,7)	118,3 (52,2)
	Novembre 1982	3 221 (414)	2 943 (374)	278 (55)	15,97 (2,25)	1,37 (1,53)	25,18 (5,90)	25,1 (6,32)	94,7 (17,6)
	Février 1983	5 733 (1 259)	5 187 (1 207)	537 (86)	27,38 (4,72)	0 (-)	46,16 (9,01)	71,9 (40,2)	165,2 (57,9)
	Avril 1983	8 768 (2 064)	7 912 (1 891)	857 (172)	32,15 (17,79)	12,82 (12,97)	64,94 (18,88)	137,1 (123,2)	220,3 (205,8)
C	Juillet 1982	191 (5)	168 (5)	23 (0,4)	1,16 (0,13)	0	1,62 (0,92)	9,6 (2,3)	22,6 (6,8)
	Novembre 1982	540 (111)	491 (111)	48 (9)	2,74 (0,29)	0	4,07 (0,52)	3,2 (1,6)	11,4 (5,4)
	Février 1983	1 096 (228)	1 014 (239)	81 (11)	10,40 (12,7)	0	9,69 (1,90)	3,9 (5,5)	41,2 (33,5)
	Avril 1983	696 (24)	619 (35)	77 (10)	1,73 (0,4)	0	3,97 (2,36)	17,1 (24,2)	22,0 (28,4)

Tableau 2 : Composition des biodépôts de *Mytilus edulis* (A), *Crassostrea gigas* (B) et *Crepidula fornicata* (C), en $\text{mg.jour}^{-1}.\text{g}^{-1}$ chair sèche et en $\mu\text{g.j}^{-1}.\text{gCs}^{-1}$ pour les chlorophylles et phéopigments.

L'évolution de la composition biochimique des biodépôts en glucides et protéines est comparable pour *C. fornicata* et *M. edulis* avec un pic hivernal. Pour *C. gigas*, ce pic est décalé en avril 1983.

Les variations de la composition minérale des biodépôts et de la matière en suspension recueillie dans les pièges témoins (tableau 3) n'apparaissent pas significatives compte tenu de la précision des mesures ($\pm 10\%$).

Périodes		Smectite	Illite	Chlorite	Kaolinite	Argile totale	Quartz	Calcite	Felspath
Juillet 1982	Huitres	15	37	12	14	78	15	6	1
	Moules	17	40	12	14	83	10	5	1
	Crépidules	15	38	11	17	81	13	6	-
	MES	22	34	12	12	80	12	6	1
Novembre 1982	Huitres	19	39	13	12	83	12	5	-
	Moules	17	38	11	14	80	14	5	-
	Crépidules	19	37	12	13	81	13	6	-
	MES	15	34	14	14	77	15	6	2
Février 1983	Huitres	15	33	10	11	69	22	6	2
	Moules	18	33	10	10	71	20	6	2
	Crépidules	13	32	9	12	66	25	6	2
	MES	15	35	13	12	75	16	6	2
Avril 1983	Huitres	20	34	13	13	80	14	5	-
	Moules	19	35	11	12	77	16	6	-
	Crépidules	22	36	11	12	81	13	5	-
	MES	20	40	14	12	86	12	2	-

Tableau 3 : Compositions minéralogiques des biodépôts de *Mytilus edulis*, *Crassostrea gigas*, *Crepidula fornicata*, et des matières en suspension (MES) recueillies dans les pièges témoins. Valeurs exprimées en pourcentage du cortège minéral total.

- La digestibilité de la matière organique particulaire (tableau 4)

Elle évolue entre 1,2 et 54,7 pour cent de la matière organique totale. C'est en été que la digestibilité semble la plus forte quel que soit le mollusque.

Les lipides sont très utilisés pendant toute l'année par *C. fornicata* et *C. gigas* mais seulement pendant l'été et l'automne par *M. edulis*. A l'inverse les glucides ne sont pas utilisés pendant l'automne et l'hiver par les trois espèces mais le sont relativement plus au printemps. Pour *C. fornicata* il ne semble pas y avoir d'utilisation des protéines pendant l'hiver et une faible utilisation en été. *C. gigas* semble utiliser les protéines toute l'année mais relativement moins en été et en hiver.

Le transit digestif semble entraîner une forte dégradation des chlorophylles et phéopigments toute l'année sauf en février pour *C. gigas* et *C. fornicata*. Le maximum de dégradation se produit en avril pendant la période de bloom phytoplanctonique ainsi qu'au mois de novembre.

	Période	<u>Mytilus edulis</u>				<u>Crassostrea gigas</u>				<u>Crepidula fornicata</u>			
		Juil. 1982	Nov. 1982	Févr. 1983	Avril 1983	Juil. 1982	Nov. 1982	Févr. 1983	Avril 1983	Juil. 1982	Nov. 1982	Févr. 1983	Avril 1983
D C %	Org	49,0	34,3	31,3	20,6	54,7	38,4	1,2	23,0	37,6	33,2	23,5	12,0
	Prot	-	40,5	41,9	75,3	11,8	43,0	17,2	52,7	15,8	38,8	0	74,4
	Lip	88,3	93,5	18,4	19,6	90,9	88,9	100	32,7	100	100	100	100
	Glu	46,3	0	0	50,5	41,2	0	0	26,2	21,1	0	0	40,6
%	Chloro + phéo	64,9	60,7	48,5	58,4	26,7	53,0	10,0	61,2	53,8	65,7	12,6	45,8
Q C	Org (mg)	129,9	234	1 572	813	162,3	451	543	1 107	36,8	75,4	106,2	86,6
	Prot (mg)	4,9	14,5	95,6	62,8	6,1	28,0	33,0	95,5	1,4	4,7	6,5	6,7
	Lip (mg)	2,5	6,4	12,9	14,0	3,1	12,4	4,5	19,1	0,7	2,1	0,9	1,5
	Gluc (mg)	10,5	10,6	59,7	64,6	13,2	20,5	20,6	87,9	3,0	3,4	4,0	6,9
	Chloro + Pheo (µg)	255	133	760	678	319	257	263	923	72	43	51	72
Q D	Org (mg)	63,7	80,6	492	168	88,8	173	6,5	255	13,8	25,0	25,0	10,4
	Prot (mg)	-	5,9	40,1	47,3	0,72	12,0	5,7	53,6	0,2	1,8	0	5,0
	Lip (mg)	2,2	6,0	2,4	2,8	2,8	11,0	4,5	6,2	0,7	2,1	0,9	1,5
	Gluc (mg)	4,9	0	0	32,6	5,4	0	0	23,0	0,6	0	0	2,8
	Chloro + Pheo (µg)	166	81	369	396	85	136	27	564	39	28	6,5	33
	Energie (PLG) (joules)	169	376	1 042	1 787	220	719	311	1 910	44	125	34	225
	Temps (h) immersion	14	16,5	18,5	18,5	14	16,5	18,5	18,5	14	16,5	18,5	18,5
	Taux de Filtration l/h/gCs	2,03	2,63	1,75	5,52	2,53	5,07	0,6	7,52	0,57	0,85	0,12	0,59

Tableau 4 : Evolution saisonnière des pourcentages digérés (DC), des quantités d'éléments consommés (QC) et digérés (QD) ainsi que du taux de filtration pour *M. edulis*, *C. gigas* et *C. fornicata*. QC et QD exprimés par jour et g. de chair sèche.

- Quantité consommée et digérée (tableau 4)

Les quantités d'éléments consommés sont plus importantes pour *M. edulis* et *C. gigas* que pour *C. fornicata*. Pour *M. edulis*, la consommation semble directement corrélée à la charge en matière organique de l'eau, alors qu'elle ne l'est ni pour *C. fornicata* ni pour *C. gigas* (tableau 5). Il en est à peu près de même pour les protéines, lipides et glucides.

	Org.	Prot.	Lip.	Gluc.
<u>Mytilus edulis</u>	0,92*	0,88*	0,62	0,71
<u>Crassostrea gigas</u>	0,14	0,12	-0,17	0
<u>Crepidula fornicata</u>	0,34	0,21	-0,40	-0,17

* significatif à 95 %

Tableau 5 : Coefficient de corrélation entre la charge en mg.l^{-1} des éléments particuliers de l'eau et la quantité de ces mêmes éléments consommés.

Les quantités d'éléments digérés journalièrement par *C. formicata* sont relativement constantes toute l'année et sont plus élevées pour *C. gigas* et *M. edulis*. Les protéines et les sucres sont les constituants de la matière organique les plus utilisés au mois d'avril. C'est aussi à cette période que la somme des protéines, lipides et glucides digérée est la plus représentative de la matière organique digérée (tableau 6).

	Juil. 82	Nov. 82	Fév. 83	Avr. 83
<i>Mytilus edulis</i>	11,04	14,75	8,64	49,35
<i>Crassostrea gigas</i>	10,06	13,29	-	32,55
<i>Crepidula formicata</i>	11,23	15,52	3,48	89,04

Tableau 6 : Pourcentage de la matière organique digérée correspondant à la somme des protéines, lipides et glucides absorbés.

Les chlorophylles et phéopigments sont relativement bien utilisés toute l'année par *M. edulis*, et peu utilisés durant l'hiver par *C. gigas* et *C. formicata*.

La quantité d'énergie digérée calculée à partir des protéines ($23,65 \text{ J.mg}^{-1}$), lipides ($39,55 \text{ J.mg}^{-1}$) et glucides ($17,16 \text{ J.mg}^{-1}$), est toujours la plus forte au printemps pour les trois espèces puis en automne pour *C. formicata* et *C. gigas* (tableau 4).

- Filtration

Les filtrations calculées à partir des éléments minéraux biodéposés sont sensiblement de même ordre de grandeur pour *M. edulis* (1,74 à 5,52 l/h/gcs) et pour *C. gigas* (0,60 à 7,52 l/h/gcs) et relativement plus faibles pour *C. formicata* (0,12 à 4,54 l/h/gcs). C'est au printemps et en automne que l'on trouve les valeurs les plus fortes pour les pélécytopodes et en hiver, pendant les très fortes charges sestoniques, que la filtration est la plus faible pour les trois espèces.

DISCUSSION

Le faible nombre de mesures réalisées ne permet pas de mettre en évidence une relation entre la charge sestonique de l'eau et la production de biodépôts. Cependant, comme de nombreux auteurs s'accordent à le penser, il existe des relations entre la turbidité et la biodéposition (Tenore et Dunstan, 1973 ; Foster-Smith, 1975 ; Tsuchiya, 1980). A Marennes-Oléron, Sornin et al. (1983) trouvent une corrélation positive entre les quantités totales d'éléments biodéposés et la charge particulaire totale de l'eau pour l'huître *C. gigas*. De même Sornin (1981) met en évidence la relation inverse existant entre la température et la biodéposition dans ce même bassin, contrairement aux résultats expérimentaux (Kusuki, 1978). En effet, une augmentation moyenne de la charge particulaire des eaux entraîne une augmentation de la consommation même si la température diminue. Nous

constatons cette relation entre la quantité d'éléments organiques consommés et la charge particulaire pour *M. edulis*. Par ailleurs, pour *C. gigas*, *C. formicata* et dans une moindre part *M. edulis*, l'augmentation très forte de la charge particulaire de l'eau, en février, entraîne un ralentissement de l'activité de filtration. On peut penser qu'au delà d'un seuil correspondant à la production maximale de pseudofèces, la consommation est réduite par arrêt de la filtration (Sornin et al., 1983). Ce seuil d'engorgement ne semble pas être atteint pour *M. edulis* (Widdows et al., 1979) ni pour *C. formicata* (Johnson, 1972).

Dans cette étude, bien que les fèces et pseudofèces soient confondues, on peut dire que l'augmentation de la biodéposition est due principalement à la production de pseudofèces chez les deux bivalves étudiés. En effet, l'analyse des pigments chlorophylliens montre que leur dégradation est moindre en hiver qu'en été, or la dégradation est liée à la digestion, donc aux fèces.

Chez le Gastéropode *C. formicata*, bien que la charge particulaire ait le même effet que sur les bivalves, le comportement alimentaire est différent en ce sens que la consommation est maintenue en hiver. Par contre, au printemps, elle augmente pendant le bloom phytoplanctonique. Les pourcentages de matière organique digérée par *C. formicata* sont proches de ceux mesurés pour *Patella vulgata*, soit 27,1 % (Wright et Hartnoll, 1981) et inférieurs aux 60 % proposés par Newell et Kofoeld (1977) pour *C. formicata*. Les pourcentages de matière organique digérée par *M. edulis* sont proches de ceux calculés par Hawkins et Bayne (1984) et varient entre $37,6 \pm 17,4$ % et $54,8 \pm 13,2$ % selon la saison. L'accroissement de l'efficacité d'extraction de la matière organique consommée, lorsque cette dernière est en faible quantité et mélangée à de fortes charges minérales, suggèrent que, soit le transit digestif est plus long permettant ainsi une meilleure efficacité de l'activité enzymatique, soit le niveau des activités enzymatiques varie en fonction de la qualité du bol alimentaire. En effet, Griffiths et King (1979) et Gerdes (1983) montrent que l'efficacité d'absorption est principalement liée à la quantité et à la qualité de la nourriture. De même Winter (1976) et Kiorboe et al. (1981) montrent que, dans une certaine mesure, les sédiments remis en suspension stimulent l'absorption de la matière organique. Urban et Langdon (1984) suggèrent que l'adjonction de kaolinite dans les cultures phytoplanctoniques entraîne un accroissement de l'efficacité de digestion. Néanmoins c'est lorsque l'efficacité de digestion est la plus faible que la ration digérée représente le plus fort apport énergétique.

Pour *M. edulis*, les besoins les plus forts sont observés à la fin de l'hiver et au printemps pendant la période de ponte et de reconstitution des gamètes qui s'étale de février à avril (Boromthanasarat, 1986), alors que pour *C. gigas* et *C. formicata*, les maxima sont atteints au printemps et en automne pendant les périodes de développement phytoplanctonique. Il semble ainsi que l'acquisition d'énergie soit optimisée au niveau de la digestion par une adaptation des activités enzymatiques en réponse aux substrats présents

et aux besoins de l'animal, comme cela a été constaté chez les artemias (Samain et al., 1985) et les copépodes (Harris et al., 1986).

Cependant dans le calcul de la digestibilité des éléments consommés, la part minérale est supposée être un traceur inerte dans le tractus digestif (Sato et al., 1964 ; Schneider et Platt, 1975). Or pour un certain nombre d'organismes marins filtreurs comme les copépodes, ce n'est pas le cas (Syvitsky et Lewis, 1980 ; Scheinfeld et Adams, 1980). Les variations saisonnières enregistrées dans les matières en suspension avec des teneurs en quartz plus fortes aux mois de novembre et février, vraisemblablement induites par des apports terrigènes, ne se retrouvent pas au niveau des biodépôts. Ainsi, au mois de novembre le quartz ne pouvant être dégradé, sa diminution dans les biodépôts ne peut être due qu'à une filtration sélective selon la taille des particules qui entraîne la consommation d'une partie seulement du seston (Palmer et Williams, 1980 ; Fiala-Médioni et Copello, 1985 ; Deslous-Paoli, 1985 ; Sornin et al., 1987). De même aux mois de février et d'avril, les teneurs totales en argile des biodépôts sont plus faibles que dans le seston. Ceci laisse supposer qu'à ces périodes les particules argileuses étaient en moyenne trop fines pour être retenues efficacement par les mollusques.

De même, l'impossibilité de séparer les fèces des pseudofèces entraîne pendant les mois où les charges sestoniques sont fortes un risque d'atténuation et même de masquage des niveaux de digestion des aliments puisqu'il semble exister à ce niveau non seulement un tri selon la taille des particules (Bernard, 1974 ; Thiesen, 1977 ; Sornin et al., 1987), mais aussi un tri selon leur nature (Kiorboe et al., 1981 ; Newell et Jordan, 1983).

En résumé, il faut considérer ces résultats au plan de l'intérêt comparatif entre trois mollusques quantitativement importants dans le bassin de Marennes-Oléron et non pas en tant que résultats précis sur la digestion des substances organiques. Dans ce but, il est indispensable de séparer les fèces des pseudofèces et d'éviter la solubilisation des produits de la digestion (Deslous-Paoli et Jousset, 1987) et l'action bactérienne par un retrait rapide des biodépôts de l'eau. Une telle approche ne peut être qu'expérimentale, avec toutes les réserves liées à ce type de démarche lorsque l'on extrapole au milieu naturel.

BIBLIOGRAPHIE

- Atkinson J.L., Hilton J.W. et Slinger S.J., 1984. Evaluation of Acid insoluble ash as an indicator of feed digestibility in Rainbow trout (*Salmo gairdneri*). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 41 : 1384-1386.
- Bacher C., Deslous-Paoli J.M., Héral M. et Prou J., 1986. Amélioration de l'évaluation des stocks de mollusques cultivés en Charente-Maritime. Compte rendu n° 2, convention de Recherche Conseil Régional Poitou-Charentes-IFREMER, 63 p.
- Bernard F.R., 1974. Annual biodeposition and gross energy budget of mature pacific oysters, *Crassostrea gigas*. *J. Fish. Res. Board Can.*, 31 (2) : 185-190.
- Bligh E.G. et Dyer W.F., 1959. A rapid method of total lipid extraction and purification. *Can. J. Biochem. Physiol.*, 37 : 911-917.

- Boromthanasarat S., 1986. Les bouchots à *Mytilus edulis* Linnaeus dans l'écosystème estuarien du bassin de Marennes-Oléron (France) : Aspects biologique et bioénergétique. Doctorat de Spécialité, Université Aix-Marseille II : 142 p.
- Boromthanasarat S. et Deslous-Paoli J.M., 1986. Mytiliculture. Convention de Recherche Conseil Régional Poitou-Charentes-IFREMER : 8 p.
- Brody S., 1945. Bioenergetics and growth. Reinhold ed., New-York : 1023 p.
- Conover R.J., 1966. Assimilation of organic matter by zooplankton. *Limnol. Oceanogr.*, 11 : 338 - 345.
- Deslous-Paoli J.M., 1985. Assessment of energetics requirements of reared molluscs and of their main competitors. Int. Seminar Shellfish Culture Development and Management, La Rochelle, mars 1985. IFREMER DRV ed., SDP IFREMER Brest : 319-346.
- 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. et Jousset J., 1987. Transformation du matériel fécal de *Crassostrea gigas* : évolution biochimique à court terme. Journées du GABIM, L'Houmeau, 19-21 nov. 1986, *Océanis* : sous presse.
- Deslous-Paoli J.M. et Massé H., 1982. Répartition géographique et structure de population de *Crepidula fornicata* L. dans le bassin de Marennes-Oleron en 1981 et 1982. *Note au CIEM*, CM 1982/F : 25.
- Deslous-Paoli J.M., Héral M. et Massé H., 1985. Bilan énergétique d'une population naturelle de *Crepidula fornicata* (L.) dans le bassin de Marennes-Oleron. Bases Biologiques de l'Aquaculture, Montpellier 1983, IFREMER Actes de Colloques n° 1 : 109-124.
- Dubois M., Gilles K.A., Hamilton J.K., Rebecs P.A. et Smith F., 1956. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. *Anal. Chem.*, 28 (3) : 350-356.
- Fiala-Médioni A. et Copello M., 1985. Relations trophiques entre l'huître et le milieu : influence de la concentration et de la taille des particules. Bases Biologiques de l'Aquaculture, Montpellier 1983, IFREMER Actes de Colloques n° 1 : 63-74.
- Foster-Smith R.L., 1975. The effects of concentration of suspension on the filtration rates and pseudofaecal production for *Mytilus edulis* (L.) *Cerastoderma edule* (L.) and *Venerupis pullastra* (Montagu). *J. exp. mar. Biol. Ecol.*, 17 : 1-22.
- Gerdes D., 1983. The pacific oyster *Crassostrea gigas*. Part 1 : Feeding behaviour of larvae and adults. *Aquaculture*, 31 : 195-219.
- Griffiths C.L. et King J.A., 1979. Some relationships between size, food availability and energy balance in the ribbed mussel *Aulacomya ater*. *Mar. Biol.*, 51 : 141-149.
- Hawkins A.J.J. et Bayne B.L., 1984. Seasonal variation in the balance between physiological mechanisms of feeding and digestion in *Mytilus edulis* (Bivalvia : Mollusca). *Mar. Biol.*, 82 : 233-240.
- Héral M., Deslous-Paoli J.M. et Sornin J.M., 1983a. Transferts énergétiques entre l'huître *Crassostrea gigas* et la nourriture potentielle disponible dans un bassin ostréicole : premières approches. *Oceanis*, 9 (3) : 169-194.
- Héral M., Razet D., Deslous-Paoli J.M., Berthomé J.P. et Garnier J., 1983b. Caractéristiques saisonnières de l'hydrologie du complexe estuarien de Marennes-Oléron (France). *Rev. Trav. Inst. Pêches. Marit.*, 46 (2) : 97-119.

- Johnson J.K., 1972. Effects of turbidity on the rate of filtration and growth of the slipper limpet *Crepidula fornicata* Lamarck 1799. *The Veliger*, 14 (3) : 315-320.
- Kiorboe T., Mohlenberg F. et Nohr O., 1981. Effect of suspended bottom material on growth and energetics in *Mytilus edulis*. *Mar. Biol.*, 61 : 283-288.
- Kusuki Y., 1978. Relationship between quantities of faecal material produced and of the suspended matter removed by Japanese oyster. *Bull. Jap. Soc. Sc. Fish.*, 44 (11) : 1183-1185.
- Lorenzen C.J., 1967. Determination of Chlorophyll and pheophytin : spectrophotometric equation. *Limnol. Oceanogr.*, 12 : 343-346.
- Lowry O.M., Rosebrough N.I., Farrand A.L. et Randall R.J., 1951. Protein measurement with the folin phenol reagent. *J. Biol. Chem.*, 193 : 263-275.
- Marsh J.B. et Weinstein D., 1966. Simple charring method for determination of lipids. *J. Lipid Res.*, 7 : 574-776.
- Newell R.I.E. et Jordan S.J., 1983. Preferential ingestion of organic material by the American oyster *Crassostrea virginica*. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 13 (1) : 47-53.
- Palmer R.E. et Williams L.G., 1980. Effects of particle concentrations on filtration efficiency of the bay scallop *Argopecten irradians* and the oyster *Crassostrea virginica*. *Ophelia*, 19 : 163-174.
- Samain J.F., Hernandorena A., Moal J., Daniel J.Y. et Le Coz J.R., 1985. Amylase and trypsin activities during *Artemia* development on artificial axenic media ; effect of starvation and specific deletions. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 86 : 255-270.
- Sato T., Matsumoto S., Horiguchi Y. et Tsujii T., 1964. Filtering and feeding rate of the pearl oyster *Pteria (Pinctada) martensii* Dunker, determined with crude silicate as an indicator. *Bull. Jap. Soc. Sc. Fish.*, 30 (9) : 717-722.
- Scheinfeld R.A. et Adams J.K., 1980. Implication of day-provenance studies in two Georgia estuaries-Discussions- *J. Sed. Petrol.*, 50 (3) : 993-1014.
- Schneider B.M. et Flatt W.P., 1975. The evaluation of feeds through digestibility experiments. University of Georgia Press, Athens GA, 168 p.
- Sornin J.M., 1981. Processus sédimentaires et biodéposition liés à différents modes de conchyliculture. Thèse 3ème cycle, Université de Nantes : 188 p.
- Sornin J.M., Feuillet M., Héral M. et Deslous-Paoli J.M., 1983. Effect des biodépôts de l'huître *Crassostrea gigas* (Thunberg) sur l'accumulation de matières organiques dans les parcs du bassin de Marennes-Oléron. Proc. 2nd Franco-British Symposium on Molluscs, septembre 1982, London, *J. Moll. Stud.*, Suppt 12A : 185-197.
- Sornin J.M., Deslous-Paoli J.M. et Hesse O., 1987. Experimental study on the filtration of clays by the oysters *Crassostrea gigas* (Thunberg) : Adjustment of the particles size for a best retention : *Aquaculture* : sous presse.
- Syvitsky J.P. et Lewis G.A., 1980. Sediment ingestion by *Tigriopus californicus* and other zooplankton : Mineral transformation and sedimentological considerations. *J. Sed. Petrol.*, 50 (3) : 869-880.
- Tenore K.R. et Dunstan W.N., 1973. Comparison of feeding and biodeposition of three bivalves at different food levels. *Mar. Biol.*, 21 : 190-195.
- Thiesen B.E., 1977. Feeding rate of *Mytilus edulis* L. (Bivalvia) from different parts of Danish waters in water of different turbidity. *Ophelia*, 16 : 221-232.
- Tsuchiya M., 1980. Biodeposit production by the mussel *Mytilus edulis* (L.) on rocky shore. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 47 : 203-222.

- Urban E.R. et Langdon C.J., 1984. Reduction in costs of diets for the American oyster, *Crassostrea virginica* (Gmelin), by the use of non algal supplements. *Aquaculture*, 38 : 277-291.
- Widdows J., Fieth P. et Worrall C.M., 1979. Relationship between seston, available food and feeding activity in the common mussel *Mytilus edulis*. *Mar. Biol.*, 50 : 195-207.
- Winter J.E., 1976. Feeding experiments with *Mytilus edulis* L. at small scale. The influence of suspended silt in addition to algal suspension on growth. *Proc. 10th Europ. Mar. Biol. Symp.*, Persone G., Jaspers E. eds, Universa Press, Wetteren : 583-600.
- Wright J.P. et Hartnoll R.G., 1981. An energy budget for a population of the limpet *Patella vulgata*. *J. mar. biol. Ass. U.K.*, 61 : 627-646.

